SÉRIE A, Nº 391
Nº D'ORDRE : 415

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PAR

Chemso DERVICHÉVITCH
Urbaniste diplômé de l'Institut d'Urbanisme
à l'Université de Paris

1re THÈSE. — **ÉVOLUTION DE BELGRADE. Études géographique, géologique et climatologique appliquées à l'Urbanisme.**

2e THÈSE. — Propositions données par la Faculté : *Le Climat en Yougoslavie.*

Soutenues le 1939, devant la Commission d'examen.

M. LUTAUD, *Président.*
M. LABROUSTE, M. BOURCART } *Examinateurs.*

PARIS
JOUVE & Cie, ÉDITEURS
15, RUE RACINE, 15

1939

SÉRIE A, Nº 391
Nº D'ORDRE : 415

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

PAR

Chemso DERVICHÉVITCH
Urbaniste diplômé de l'Institut d'Urbanisme
à l'Université de Paris

1re THÈSE. — **ÉVOLUTION DE BELGRADE. Études géographique, géologique et climatologique appliquées à l'Urbanisme.**

2e THÈSE. — Propositions données par la Faculté : *Le Climat en Yougoslavie.*

Soutenues le 1939, devant la Commission d'examen.

M. LUTAUD, *Président.*
M. LABROUSTE
M. BOURCART } *Examinateurs.*

PARIS
JOUVE & Cie, ÉDITEURS
15, RUE RACINE, 15

1939

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen honoraire . . . M. MOLLIARD.

Doyen . . . . . C. MAURAIN, *Professeur*, Physique du Globe

Professeurs honoraires: H. LEBESGUE. Emile PICARD. Léon BRILLOUIN. GUILLET. PÉCHARD. FREUNDLER. AUGER. BLAISE. DANGEARD. LESPIEAU. MARCHIS. VESSIOT. PORTIER. MOLLIARD LAPICQUE. G. BERTRAND ABRAHAM. Ch. FABRY. Léon BERTRAND. WINTREBERT. DUBOSCQ. BOHN. RABAUD.

R.UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

PROFESSEURS

M. CAULLERY . .	T	Zoologie (Evolution des êtres organisés).
Emile BOREL. .	T	Calcul des probabilités et Physique mathématique.
Jean PERRIN . .	T	Chimie physique.
E. CARTAN . . .	T	Géométrie supérieure.
A. COTTON . . .	T	Recherches physiques.
J. DRACH. . . .	T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.
Charles PÉREZ .	T	Zoologie.
M. GUICHARD. .	T	Analyse et mesures chimiques.
Paul MONTEL. .	T	Théorie des fonctions et Théorie des transformations.
L. BLARINGHEM.	T	Botanique.
G. JULIA.	T	Mécanique analytique et Mécanique céleste.
C. MAUGUIN. . .	T	Minéralogie.
A. MICHEL-LÉVY	T	Pétrographie.
H. BÉNARD . . .		Mécanique expérimentale des fluides.
A. DENJOY . . .	T	Application de l'analyse à la Géométrie.
L. LUTAUD . . .	T	Géographie physique et Géologie dynamique.
Eugène BLOCH .	T	Physique.
G. BRUHAT . . .	T	Physique théorique et Physique céleste.
E. DARMOIS. . .	T	Enseignement de Physique.
A. DEBIERNE . .	T	Physique générale et Radioactivité.
A. DUFOUR. . .	T	Physique (P. C. B.).
L. DUNOYER. . .		Optique appliquée.
A. GUILLIERMOND	T	Botanique.
M. JAVILLIER . .	T	Chimie biologique.
ROBERT-LÉVY . .	T	Physiologie comparée.
F. PICARD. . . .		Zoologie (Evolution des êtres organisés).
Henri VILLAT. .	T	Mécanique des fluides et applications.
Ch. JACOB. . . .	T	Géologie.
P. PASCAL. . . .	T	Chimie générale.
M. FRÉCHET. . .	T	Calcul différentiel et Calcul intégral.
E. ESCLANGON. .	T	Astronomie.
Mme RAMART-LUCAS.	T	Chimie organique.
H. BÉGHIN . . .	T	Mécanique physique et expérimentale.
FOCH		Mécanique expérimentale des fluides.
PAUTHENIER. . .		Physique (P. C. B.).
De BROGLIE. . .	T	Théories physiques.
CHRÉTIEN. . . .		Optique appliquée.
P. JOB		Chimie générale.
LABROUSTE . . .		Physique du Globe.
PRENANT	T	Anatomie et histologie comparées.
VILLEY		Mécanique physique et expérimentale.
COMBES.	T	Physiologie végétale.
GARNIER	T	Mathématiques générales.
PÉRÈS.		Mécanique théorique des fluides.
HACKSPILL . . .	T	Chimie minérale.
LAUGIER.	T	Physiologie générale.
TOUSSAINT . . .		Technique Aéronautique.
M. CURIE		Physique (P. C. B.).
G. RIBAUD. . . .	T	Hautes températures.
CHAZY	T	Mécanique rationnelle.
GAULT		Chimie (P. C. B.).
CROZE		Recherches physiques.
DUPONT.	T	Théories chimiques.
LANQUINE. . . .	T	Géologie structurale et Géologie appliquée.
VALIRON		Mathématiques générales.
BARRABÉ		Géologie structurale et géologie appliquée.
MILLOT		Biologie animale (P. C. B.).
F. PERRIN. . . .		Théories physiques.
VAVON		Chimie organique.
G. DARMOIS . .		Calcul des Probabilités et Physique mathématique.
CHATTON. . . .	T	Biologie maritime.
AUBEL		Chimie biologique.
J. BOURCART. .		Géographie physique et Géologie dynamique.
Mme JOLIOT-CURIE.		Physique générale et Radioactivité.
PLANTEFOL . . .		Biologie végétale (P. C. B.).
CABANNES . . .		Enseignement de Physique.
GRASSÉ.		Biologie animale (P. C. B.).
PRÉVOST		Chimie (P. C. B.).
BOULIGAND. . .		Mathématiques.

Secrétaire..... A. PACAUD.

Secrétaire honoraire... D. TOMBECK.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

BIBLIOGRAPHIE 5

INTRODUCTION 11

CHAPITRE PREMIER

CADRE GÉOGRAPHIQUE

La formation et le rôle de la Péninsule balkanique au cours des temps géologiques 16

Situation géographique de Belgrade 20

Belgrade est un carrefour de voies naturelles 22

Routes celtes et romaines 26

Voies médiévales 29

Voies des Croisades 29

Voies ragusaines 31

CHAPITRE DEUXIÈME

CADRE GÉOLOGIQUE

La mer Pannonienne et son influence sur le développement géologique de la Serbie du Nord (Choumadia) 34

Evolution géologique de la Choumadia 37

Terrasses d'abrasion 43

La plateforme de Belgrade 48

Les vallées aux environs de Belgrade, ... 53

La géologie détaillée de la région de Belgrade 57

L'ère quaternaire 58

Lœss 62

L'ère tertiaire 70

Les mouvements tectoniques 71

Pliocène moyen 73

Epoque de mouvements tectoniques (lacune) 73

Pliocène supérieur 74

Pliocène inférieur. Pontien. ... 74
Miocène supérieur. Sarmatien ... 75
Miocène moyen. Etage Méditerranéen II (Vindobonien) ... 75
Oligocène supérieur ... 76
L'Ère crétacée ... 77
Crétacé supérieur et moyen ... 77
Albien ... 77
Crétacé inférieur ... 78
Aptien ... 78
Hauterivien ... 78
Valanginien ... 78
Roches magmatiques ... 79
Les coupes géologiques de Belgrade ... 80
Coupe A-B ... 80
Coupe C-D ... 81
Zonings géologiques de Belgrade ... 84
I. Zoning crétacé ... 85
II. Zoning tertiaire (zoning Miocène) ... 86
III. Zoning d'eau souterraine ... 88
IV. Zoning du terrain glissant ... 89
V. Zoning des sédiments fluviaux ou zoning fluvial ... 91
VI. Zoning du Lœss et du Tchernoziom ... 93
Hydrologie de Belgrade ... 94
La Save et le Danube ... 94

CHAPITRE TROISIÈME

CADRE CLIMATOLOGIQUE

1° Température de l'air ... 103
2° Température du sol ... 108
3° Le vent ... 119
4° Humidité atmosphérique ... 121
5° Nuages. Nébulosité ... 124
6° Pluie ... 126
Neige ... 132
Croûtes glissantes ... 132
La durée d'insolation de Belgrade ... 132
Conclusion ... 137

BIBLIOGRAPHIE

LIVRES CONSULTÉS

Agache (Alf. D.). — La Remodélation d'une capitale. Paris, 1932.

— Les grandes villes modernes et leur avenir. Paris, 1932.

Angot (A.). — Traité élémentaire de Météorologie. Paris, 1928.

Antrau (C.). — « Phéniciens ». Essai de contribution à l'Histoire antique de la Méditerranée. Paris, 1920.

Berget (Alphonse). — Physique du globe et Météorologie. Paris, 1904.

Berthaut (général). — Topologie. Paris, 1910.

Bourcart (J.). — Remarque sur l'extension du crétacé en Albanie et Macédoine. Paris, 1920.

— La vie de la Terre. Paris, 1926.

— L'action du vent à la surface de la terre. Paris, 1928.

— Les « pénéplaines » du Maroc et du Sahara. Paris, 1936.

Bouasse (H.). — Séisme et sismographie. Paris, 1927.

Brion (M.). — La vie des Huns. Paris, 1931; La vie d'Attila. Paris, 1928.

Brunhes (Jean). — La géographie humaine. Paris, 1912.

Caquet. — Pressions exercées par les terres sur les voûtes des souterrains. Paris, 1928.

Campus. — Les affaissements de terrain sous les constructions.

Cels (Alphonse). — Evolution géologique de la terre et l'ancienneté de l'homme. Paris, 1924.

Couturaud (Eng.). — Guide pratique pour la reconstruction, l'extension, l'aménagement. Paris.

Crnjanski (Milos). — Belgrade-guide. Belgrade, 1936.

Cvijić (Jovan). — La Péninsule balkanique, t. I et IV. Belgrade, 1932.

Daubrée (A.). — Etudes synthétiques de géologie expérimentale. Paris, 1899.

— Les eaux souterraines à l'époque actuelle. Paris, 1900.

Déchelette (J.). — Manuel d'Archéologie Préhistorique. Paris, 1909.

De Launay. — La Science Géologique. Paris, 1905.

De Lapparent (A.). — Traité de Géologie. T. I-III. Paris, 1906.

— Leçons de Géographie Physique. Paris.

Dervichévitch (Chémso). — Le problème social et l'Hygiène en Yougoslavie. Paris, 1936.

Diehl (Ch.). — Histoire de l'Empire Byzantin. Paris, 1919.

Dikansky (Michel). — La ville moderne. Paris, 1927.

Dussaud (M.-R.) — Les civilisations préhelléniques dans le bassin de la mer Egée. Paris, 1914.

Dvornik (F.). — Les Slaves, Byzance et Rome au IXe siècle. Paris, 1926.

Martonne (Emm. de). — Traité de Géographie Physique. Paris, 1929.

Frolov (V.) — La propagation de composantes élémentaires dans le bassin yougoslave du Danube (C. R. Ac. Sc , 1934).

Ford (Geo. R.) — L'Urbanisme en pratique. Paris, 1920.

Fliche. — La Chrétienneté médiévale, 395-1254. Paris, 1929.

Frontard. — Rapports aux Ier et IIe Congrès des Grands Barrages. Stockholm, 1933 ; Washington, 1936.

Gignoux (Marcel). — Géologie Stratigraphique. Paris, 1936.

Glotz (G.). — La civilisation égéenne. Paris, 1923.

Haug. — Traité de Géologie Paris, 1926.

Haumont (Emile). — Histoire des Yougoslaves. Paris, 1931.

Jiretchek. — La civilisation serbe au Moyen-Age. Paris, 1919.

Jouguet (P.). — L'Impérialisme Macédonien et l'Hellénisation de l'Orient. Paris, 1926.

Joyaut (Ed.). — Traité d'Urbanisme, t. I et II. Paris, 1929 et 1934.

Jovanovitch (D.). — Evolution de la Cité de Belgrade (Thèse Paris, 1929).

Kaganovitch (M. L.). — L'Urbanisme Soviétique. Paris, 1936.

Labrouste (H.). — Instruction pour l'application à l'hydrologie de la méthode de « M ». Paris. 1936.

Lavedan. — Histoire de l'Urbanisme. Crès.

Laskarev (V.). — Sur les lœss aux environs de Belgrade (première et deuxième note). Belgrad, 1921 et 1922.

Le Corbusier. — Urbanisme. Crès, 1924.

— La Cité radieuse. Crès, 1932.

Lefranc. — La théorie des poches absorbantes et son application à la détermination de la perméabilité. Génie Civil, 1937.

Leger (L.). — L'Histoire de l'Autriche-Hongrie. Paris, 1907.

Lévy (Georges-Benoît). — La ville et son image. Paris.

Lugeon (M.). — Barrage et géologie, 1933.

Lugeon (Jean). — Précipitation atmosphérique. Ecoulement et hydro-électricité. Paris, 1928.

Lutaud. — Vue d'ensemble sur la géologie du département d'Eure-et-Loir. Paris. 1926.

Mayer (L.). — Sols et Fondations. Paris, 1939,

— L'étude systématique des fondations. Paris, 1936.

Magnier (René). — L'origine et la Fondation économique des villes. Paris, 1910.

Maletta (Prince-Stèbe). — La vie économique des provinces Illyriennes, 1089-1813. Paris, 1930.

Meyer-Heine. — Urbanisme et esthétique. Thèse Paris, 1936.

Monsarat. — Le code de l'Urbaniste. Paris, 1930.

Montandon (R.). — Matériaux pour l'étude des calamités. Paris, 1938.

Milioutin (A. N.). — Socgorod. Prague, 1931. (En tchèque.)

Miliouche (Bogdan.). — L'organisation municipale en Yougoslavie. Thèse Paris, 1934.

Nivoit (E.). — Géologie appliquée à l'art de l'ingénieur. Paris, 1887.

Poête (Marcel). — Introduction à l'Urbanisme. Paris, 1929.

Prieur (F.). — La terre et l'apparition de l'homme. Paris, 1893.

Popovitch (Dragomir). — L'habitation à bon marché à Belgrade. Thèse Paris, 1929.

Raguin. — Géologie appliquée.

Raymond (Jean). — L'Urbanisme à la portée de tous. Paris, 1925.

— Guide Pratique de l'Urbanisme. Paris, 1933.

— Précis d'Urbanisme moderne. Paris, 1934.

Résal. — La poussée des terres. Paris, 1910.

Risler (Eugène). — Géologie Agricole. Paris, 1889.

Reinach. — La station néolithique de Jablanica (Serbie). Paris, 1901.

Rey et Pidoux. — La Science des Plans des villes, théorie d'Urbanisme basée sur l'orientation. Paris.

Savadjian (Léon). — Belgrade, capitale de la Yougoslavie. Paris, 1932.

Schwan (B.). — L'Urbanisme et l'habitation dans tous les pays. Berlin, 1935.

Suess (E.). — La face de la terre. Paris, 1897.

Voïnovitch (L.). — Histoire de Dalmatie. Paris, 1934, t. I et II.

— La civilisation yougoslave. Paris, 1935.

Violet-le-Duc. — Histoire de l'habitation humaine. Paris.

Zittel (K.). — Traité de Paléontologie, t. I-V. Paris, 1883.

Žujévić. — Les roches éruptives de la Serbie. Belgrade, 1924.

Zupančić (N.). — Les Serbes à Srbište. Macédoine au VII^e siècle. Extrait de Bizantion, t. IV. Liège, 1929.

— Les premières habitations des pays yougoslaves. Paris, 1919.

LIVRES YOUGOSLAVES

Cvijić (J.). — Modelé lacustre de la choumadia (Jezerska Plastika Šumadije) Comptes rendus de l'Académie Royale Serbe, livre 79. Beograd, 1909.

— Les bases géographiques et géologiques en Macédoine et ancienne Serbie (Osnove za geografiju i geologiju Makedonije i Stare Srbije). Beograd, 1922.

Glavinić (Milan K.). — Cités-jardins (Gradovi u Zelenu). Beograd, 1931.

Ilić-Agapova Marija (D^r). — Histoire illustrée de Belgrade (Ilustrovana Istorija Beograda). Beograd, 1933.

Josimović (Emilian). — Explication du projet pour le règlement d'une partie de Belgrade occupée jusqu'au fossé (Objašnjenje predloga za regulisanje ovog dela varoši Beograda što leži u Šancu). Beograd, 1867.

Jovanovitch (Dragoïoub) (Arch. Urbaniste). — Le Puits Romain (Rimski Bunar). Starinar, 1938.

Jovanović (P. S.). — Le Relief lacustre (Pribrežni jezerski relijef). Thèse, 1922.

Krstić (Alexandre). — Les problèmes d'aménagement de Belgrade et son environnement (Problemi Uredjenja Beograda i njegove okoline). Beograd, 1937.

Jevremović (Ziv. M.). — Guide de Belgrade (Vodić kroz Beograd). Beograd, 1934.

Louković (Milan, Dr). — Géologie appliquée (Inžinjerska geologija). Beograd, 1933.

Maksimović (Branko). — Problèmes de l'Urbanisme (Problemi Urbanizma). Beograd, 1932.

Maksimović (Dr Ing.). — L'Urbanisme en Serbie (Urbanizam u Srbiji). Thèse Beograd, 1938.

Milenković (Vl). — Histoire économique de Belgrade (Ekonomska Istorija Beograda). 1932.

Nikolić (R.). — Les environs de Belgrade (Okoline Beograda).

Obradović (Jovan Ing.). — La loi d'aménagement des villes en Yougoslavie (Gradjevni Zakon). Beograd, 1931.

Petković (Vlada) et Petković (M. K). — La géologie et la minéralogie (Geologija i Mineralogija), 1912.

Petković (Vlada K.). — Stratigraphie (Istorijska geologija). Beograd, 1925.

Petrović (Kosta, Dr Ing.). — Aménagement des villes (Uredjenje gradova). Beograd, 1938.

Petrović (Milh.). — Comment est née Belgrade (Kakoje postao Beograd). Beograd, 1931.

— Belgrade avant cent ans (Beograd pre sto godina). Beograd, 1930.

Radović (Jovan). — L'Europe Occidentale et les peuples balkaniques dans leurs rapports avec les Turcs au début du xve siècle. Novi-Sad, 1905 (en serbo-croate).

Raćki (F.). — La lutte des Slaves du Sud pour leur indépendance au xie siècle (Borba južnih Slovena za neodvismost u xi vijeku). Beograd, 1932.

Stanojević (S.). — Histoire du peuple Serbe. Belgrade, 1926 (en serbe).

Stebut (Alexandre). — Pedologie (Nauka o poznavanju zemljišta). Beograd, 1927.

Vilovski. — Singidunum.

Vidaković. — Nos problèmes sociaux (Naši socijalni Problemi). Beograd, 1932.

— Pour le progrès communal (Za komunalni progres). Beograd, 1931.

— Le problème d'habitation (Probleme stanovauja), Beograd, 1935.

Žujević. — La géologie de la Serbie (Géologija Srbije). Beograd, 1923.

COMPTES RENDUS, REVUES, BULLETINS

Annales géologiques de la Péninsule balkanique (Geološki Anali Balkanskog Poluostrova de 1889-1939).

Annales de géographie (Paris, de 1919-1938).

Comptes rendus de l'Académie des Sciences (Paris, 1915-1937).

Comptes rendus du Congrès international de géographie (Paris, 1931 ; Varsovie, 1934).

Comptes rendus du IIIe Congrès des géographes et ethnographes slaves dans le royaume de Yougoslavie, 1930.

Comptes rendus du IVe Congrès des géographes et ethnographes slaves, Sofia. 1936.

Bulletin de la Société de géographie de Belgrade (Glasnik Geografskog Društva de 1920-1938).

L'Architecture d'Aujourd'hui (Paris).

La construction moderne (Paris).

Catalogue des cours d'eaux du royaume des Serbes, Croates et Slovènes.

Livre-Guide du IIIe Congrès de Géographes et Ethnographes slaves. Belgrad, 1930.

Direction générale des Eaux (Section des Portes de fer).

Documents pluviométrique et hydrométrique du Royaume des Serbes, Croates et Slovènes.

Hauteurs d'eaux des rivières principales du royaume des Serbes, Croates et Slovènes de 1919-1924.

Notre autonomie (Belgrade).

Journal municipal de Belgrade (Beogradske Opštinske Novine, 1930-1938).

Recueil de travaux offert à J. Cvijitch. Belgrade, 1924.

La Yougoslavie d'aujourd'hui. Belgrade, 1935.

La vie urbaine. Paris.

Trentième rapport annuel des cités-jardins. Paris, 1933.

Où en est l'Urbanisme. Strasbourg, 1923.

Urbanisme 37. Logis et Loisirs. Paris, 1937.

Belgrad dans le passé et dans le présent (Breograd u prošlosti i sadašnosti. Beograd, 1927).

Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique. Paris, 1928-1938.

Urbanisme. Revue mensuelle de l'Urbanisme français, 1929-1937.

LES ARTICLES

Cvijić (J.). — L'époque glaciaire dans la Péninsule Balkanique *Annales de géographie*. Paris 1917, pages 189-218, 273-290.

— Correspondance des plateformes fluviales et des rivages. Relief littoral et plateforme d'abrasion. Plateformes fluviales et plateformes d'érosion. Extrait des Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris 1921, t. 172.

Dervichévitch (Chemso). — L'Urbanisme et son rôle dans la Société (Urbanizam i njegova uloga u društvu) *Vidici*, nº 8-9, Belgrade. 1938.

Dimitriević (B. Dr). — Phonolites a Banitza (Banjica) près de Belgrade (Pojava fonolita na Banjici kod Beograda i njegov mineraloški hemijski sastav). *Annales géologiques*, t. XI, Belgrade, 1932.

— Sur les conditions de gisements de l'axinite du Mont Avale. *C. R. Acad. des Sciences*, t. 185, Paris, 1927.

Jovanović (P. S.). — Rapport des terrasses d'abrasion et des terrasses fluviales. (*Bulletin de la Société géographie de Belgrade*), t. XVII, Belgrade, 1931.

— Un détail du modelé lacustre de la Choumadia (Jedan detalj iz jezerske plastike Šumadije) *B. S. Géographie*, t. 5, 1921.

Gellert (Johanus F.). — Das Schlachtelrelief von Belgrad (*Zeitschrift für geomorphologie*, Bd III, 1928).

Kostić (L. M.). — Habitants de Belgrade (Stanovništvo Beograde) *Beograd u proslošti i sadašnjosti* (Beograd, 1927).

Milenković (Drag. v. Arch.). — Développement de Belgrade (Razvijanje Beograda) Beograd u proslosti i sadašnjosti (Belgrade, 1927).

Milenković (Vladislav) — L'histoire économique de Belgrade (Ekonomska istorija Beograda. Belgrade, 1932.

Milosavljevitch-Tomitch (Danica) (Archit.). — Belgrade dans l'avenir (Budući Veliki Beograd) *Beograd u prošlosti i sadšnjosti*. Beograd, 1927.

Pers (M. R.). — Calcul du Flux d'insolation sur une facade en pente. Influence des obstacles (montagnes ou bâtiments) sur la durée possible d'insolation. *La Météorologie*, nº 118 et nº 127, 1935).

Pavlović. — La composition géologique du rayon danubien de Belgrade (Geološki Sastav Beogradskog Dunavskog Područja) *Annale géologique*, t. 7, Belgrade, 1922.

Stojadinović (Milisav Dr). — De Singudunum à Belgrade moderne (Od Singidunuma do modernog Beograda), Beograd u prošlasti i sadašnjosti. Belgrade, 1927.

Tchorović (Vlad. Dr). — Court aperçu de l'histoire de Belgrade (Kratak pregled historije Beograda). Beograd u proslosti i sadašnjosti (Belgrade, 1927).

Sergievski (Petar Dr). — La nouvelle méthode pour les diagrammes des fréquences et des vitesses du vent(Novi način konstruisanja diagrame za frekvenciju i brzinu vetrova, *Bl. S. Geographie*, t. XVII. Belgrade, 1931.

Vujević (P.). — Traité climatologique (Pogled na postanak, veze, značaj i zadatak Klimatologije). *Bulletin de la Société de Géographie de Belgrade*, t. 5, 1921.

— Sur la durée d'insolation en Yougoslavie. Comptes rendus du IVe Congrès des géographes et des ethnographes slaves. Sofia, 1936).

— La situation géographique et climatique de Belgrade (O geografskom položaju i podneblju Beograda). Beograd u Proslosti i Sadasyasti. Beograd, 1927.

Vasić (M.). — Fouilles de Vintcha (Iskopavanje u Vinči). Misao. 1929.

– Žuto Brdo. Starinar, 1910-1911.

Voulić (N.). — Les Celtes dans notre pays (Kelti u našoj zemli). Glas CXCI, LXXII.

— La Serbie actuelle sous les Romains (Današnja Srbija pod Rimljanima). Prosvetni Grasnik, 1901.

ÉVOLUTION DE BELGRADE

INTRODUCTION

Belgrade (Beograd) capitale de la Yougoslavie actuelle a, dans le courant de son histoire, plusieurs fois changé de nom. Chaque peuple venant soit de l'Est soit de l'Ouest lui a donné le nom qui lui agréait le plus. Pour la première fois, dans son histoire, nous savons que cette agglomération se nommait Sigindunum, nom donné par les Celtes au IV^e^ siècle avant J.-C. Les Romains l'appelleront aussi Sigindunum, et on peut considérer que ce nom lui est resté jusqu'au VII^e^ siècle. Au IX^e^ siècle, pour la première fois, se trouve le nom slave « Bïelgrad » (Belgrad). Les papes l'appelleront « Alba Bulgarica ou Alba Graeca » les Francs pendant les croisades « Belle-garde », les Allemands « Wizzenburch », les Hongrois, « Nandoralba », les Turcs « Belegrad ou Bijograd (Byograde) », les Français « Belgrade » et enfin les Yougoslaves « Beograd ».

Belgrade a connu beaucoup d'aventures, tantôt l'orage le plus épouvantable, tantôt le calme le plus absolu : plusieurs fois détruite, sillonnée sans cesse par les courants de l'histoire, par toutes les routes des conquêtes. On ne saurait dire que la nature, qui fait le berceau des peuples, ne l'avait pas prévu ; elle l'avait, en lui octroyant les périls et les avantages d'un carrefour de voies naturelles et terrestres. Elle concentra tout son effort dans un point très petit sur une colline au-dessus du confluent de la Save et du Danube, accordant cependant à ce petit lieu privilégié, des horizons plus vastes, une vue plus intense et brûlante, fatigante et active dans son histoire.

Nul doute que la race des hommes qui s'étaient accroché à ce point, presque unique dans le monde, au carrefour des routes, était exposée aux invasions possibles de l'Ouest et de l'Est. La ville se manifesta tantôt comme un centre de refuge, tantôt comme une ville forteresse,

une ville stratégique limitrophe des races et des nations, tantôt comme un grand centre militaire, politique et économique, et finalement comme la capitale de la Yougoslavie.

Depuis son existence, Belgrade a connu des guerres autour d'elle. Sa situation géographique était favorable à recevoir les arbitres des peuplades préhistoriques et les peuples : Celtes, Romains, Thraces, Illyriens, Huns, Byzantins, Slaves, Hongrois, Germains, Turcs, et enfin les Yougoslaves. Depuis que les Celtes ont construit une forteresse sur ce point l'appelant Sigindunum, jusqu'à nos jours (environ 24 siècles), la guerre sévissait sans cesse autour d'elle et les Turcs l'appelaient « la maison des combats », bien nommée par toute son histoire. Son véritable nom historique devrait être « la ville sanglante ».

Déjà 2.000 ans avant J.-C., aux environs de Belgrade se trouvaient des agglomérations ayant une civilisation florissante relative à cette époque. Dans le village actuel de Vintcha (Vinča), on a trouvé des vestiges de la civilisation égéenne. Belgrade était habitée déjà aux époques de la pierre polie, du bronze et du fer. Chaque peuple, venant soit de l'Est soit de l'Ouest, a laissé un peu de son souvenir. Belgrade était à l'époque préhistorique un centre de routes naturelles reliant cinq mers de l'Europe. Naturellement, par sa situation géographique, la civilisation de la mer Egée et du proche Orient a eu la plus grande influence dans son histoire. On a même vu récemment que Belgrade était la première étape sur la route de Bagdad et des Indes.

La situation de Belgrade était toujours sur la crête de la rive droite de la Save et du Danube, plus spécialement sur la colline constituant presque une île entre ces deux fleuves ; par la suite, elle se développait à partir du confluent de ces deux fleuves, vers le Sud.

Favorisée jusqu'à nos jours par sa situation, limitée au Nord par la Save et le Danube, elle se trouvait frontière des Nations et des Etats. C'est seulement après la guerre de 1914-1918 que Belgrade, comme agglomération urbaine, s'est élargie vers le Nord au delà des deux fleuves. Finalement, en 1934, à la ville de Belgrade se sont rattachées deux autres villes Zemun (Semlin), au delà de la Save, et Pantchevo (Pančevo), au delà du Danube, et plusieurs agglomérations autour de ces trois villes. La surface de Belgrade était en 1820 de 208 ha, en 1934 de 45.000 ha et finalement, en 1935, elle est réduite à 15.000 ha. Mais la limite politique de la Grande Belgrade reste toujours aux environs de 45.000 ha avec un rayon de 35 km.

Par suite de son développement au delà des deux fleuves, l'urbanisation y est beaucoup plus compliquée, plus vaste, et demande plus de vigilance à la municipalité pour résoudre le problème d'une ville à tous les points de vue, notamment ceux des communications, des transports, ainsi que celui de l'administration et de la politique. En 1806, Belgrade avait 5.000 habitants et en 1938, 350.000, c'est la limite de la Grande Belgrade.

Le problème de la grande ville en Yougoslavie est obligatoirement un problème moderne. Il ne remonte qu'à l'après-guerre.

Belgrade, en tant que capitale de la Yougoslavie, centre politique, national et administratif, par sa situation géographique, par son rôle historique, non seulement dans la Serbie d'avant-guerre, non seulement dans la Yougoslavie d'aujourd'hui, mais dans la Yougoslavie de l'avenir, par sa situation stratégique et économique, demande un urbanisme des plus urgents.

Par son existence, par sa prospérité, par ses progrès et par son avenir, Belgrade est la première ville en Yougoslavie ; elle doit être placée parmi les villes modernes.

Il existe de nombreux facteurs déterminant les conditions d'élaboration d'un projet d'urbanisme. La situation géographique, la topographie, les caractéristiques de la structure géologique du sol, le climat, le régime des vents, tout cela détermine le caractère et les directives à imposer au problème urbain.

Les communications par eau, par terre ou par chemin de fer, les facilités d'accès, le caractère et l'étendue des installations environnantes sont aussi importantes pour l'agglomération urbaine.

La tendance de Belgrade est le commerce, la finance, l'industrie. Elle est le centre du gouvernement et de l'administration, un grand centre universitaire; toute cette vie conditionne son développement futur.

De même, il faut prendre en considération son rôle historique dans la vie d'un peuple et l'aménagement des centres archéologiques du pays est aussi important.

L'urbaniste doit examiner le point de vue économique, le commerce et l'industrie, le point de vue social, le point de vue esthétique et l'équilibre naturel, conditionné par le relief du sol. Tous ces facteurs doivent être pris en considération pour résoudre un problème aussi vaste que l'aménagement d'une ville. Ces problèmes doivent être adaptés aux

besoins de la population qui vit dans la ville et tout doit être conçu dans son intérêt, non seulement immédiat, mais surtout futur. Plus encore, nous désirons que Belgrade soit le centre de tous les peuples des pays des Balkans, et que chacune de ces nations se trouve à Belgrade comme dans son propre pays. Nous souhaitons que Belgrade soit dans l'avenir un centre culturel, économique et politique des pays Balkaniques et de l'Europe Centrale.

Avant de commencer à étudier une ville sous ses aspects différents, il faut prendre en considération son évolution historique, c'est-à-dire : l'évolution de la cité, ses facteurs naturels géologiques, géographiques et climatologiques comme bases de ses évolutions naturelles. Après, interviennent les facteurs économiques, sociaux, politiques, nationaux et enfin, seulement, son avenir peut être envisagé.

Partout la science a créé, ou tend à créer de nouvelles conditions de la vie urbaine. Notre époque est une de ces grandes alternatives de l'histoire où l'homme a tendance à se détacher du passé, mais où aussi il a peur d'entrer dans le présent. Ce qui échappe à son esprit, c'est la compréhension sociale, économique, industrielle et surtout les besoins de la vie urbaine qui est imposée à notre époque : « la transformation du monde par la technique ». On a l'impression que l'homme n'est encore que l'homme ancien au milieu du monde technique nouveau. Mais le peuple qui a fait de Belgrade sa capitale a eu un passé très difficile pour son idéal national, pour son indépendance et pour sa liberté. En prenant ces facteurs en considération, on constate que Belgrade, jusqu'en 1914, n'était autre chose qu'un embryon urbain pour l'avenir : il y a eu tant de difficultés historiques nationales, stratégiques et économiques avant de résoudre les problèmes de la vie urbaine qui s'impose aujourd'hui. Il a fallu lutter pour la liberté nationale contre les peuples d'Occident ou d'Orient qui sont venus s'installer sur ce point géographique ; il a fallu lutter pour la vie économique et politique du pays déjà dévasté par la guerre depuis le commencement du XIX^e siècle pour arriver à la situation actuelle. Il a fallu faire l'unité nationale d'un peuple divisé hier encore sous la domination étrangère et enfin construire la capitale d'un Etat qui a obtenu son indépendance seulement après la guerre de 1914-1918. Quand on connaît toutes ses conditions historiques, économiques et nationales, on constate qu'une cité comme Belgrade, qui était une petite ville en 1914 avec 85.000 habitants et qui est aujourd'hui une grande ville

de 350.000 habitants, a fait un pas prodigieux pour devenir la ville moderne.

Belgrade d'aujourd'hui est le symbole d'un peuple qui a lutté pendant des siècles pour son indépendance, pour la liberté économique et nationale, et qui est devenue le centre autour duquel gravite toute la vie culturelle, économique et politique d'une nation qui sera dans son avenir le rempart contre toute invasion de l'Ouest ou de l'Est.

C'est pour ces raisons que l'aménagement d'une capitale doit être pris sous tous les aspects indiqués plus haut. En prenant en considération tous les facteurs géographiques, géologiques, climatologiques et historiques, Belgrade est un exemple typique où l'on peut appliquer toutes les conceptions de l'Urbanisme moderne : les communications terrestres et fluviales, les problèmes d'adduction d'eau, canalisations, constructions qui sont liées aux conditions naturelles, appliquer un équilibre naturel avec le relief du sol ; problèmes des parcs, des jardins, des squares, des sports, moyens de transports, aménagements des abris en cas de guerre ; centres universitaire et culturel, centre administratif, politique, économique, industriel, touristique et enfin un centre au carrefour des routes naturelles (fluviales) chemins de fer, d'aviation, etc...

Par cette étude nous voulons résoudre un grand problème de l'urbanisme imposé par la grande agglomération au sens le plus large du mot pour la vie urbaine présente et future.

CHAPITRE PREMIER

LE CADRE GÉOGRAPHIQUE

La formation et le rôle de la Péninsule Balkanique au cours des temps géologiques.

Une ville, comme un groupement humain, est forcément liée à son milieu naturel. Le milieu physique est conditionné par le lieu géographique. La géographie physique a pour but l'étude de tous les éléments du paysage et du cadre naturel : structure, genèse, évolution. La fonction de la ville est déterminée par la géographie du pays ou de la région. La situation de Belgrade en a fait un centre naturel qui a attiré un groupement humain, d'une très ancienne prédestination, dès l'époque préhistorique. De la condition favorable géologique est née, de manière logique, une prédestination géographique. Cette structure générale existe depuis que la région de Belgrade (au sens large du mot) a été abandonnée par la mer et que ses grands lacs se sont vidés. La ville est un centre explicite du pays, situé dans un point géographique stable.

Belgrade et ses environs, comme d'autres villes dans le monde, représente l'agglomération humaine bien située, harmonieusement équilibrée et bien réalisée au point de vue physique. C'est un résultat logique de la nature qui s'est imposé à l'histoire, à la politique, à l'économie de tous les peuples qui sont venus s'installer sur ce point, soit de l'Occident, soit de l'Orient.

Belgrade a pour coordonnées géographiques : 20°27' de longitude Est (Gr.) et 44°48' de latitude Nord. Elle est située sur un rocher qui s'avance en promontoire à l'embouchure de la Save et du Danube. La ville est bâtie sur les flancs des derniers contreforts des collines de la Serbie du Nord. Par sa position élevée, Belgrade domine la vaste

plaine du Bassin Pannonien qui s'étend à ses pieds et qui se trouve à la limite de ce bassin et de la Péninsule Balkanique.

Pour comprendre la formation géographique de la région de Belgrade, il faut d'abord, en quelque sorte, prendre une vue générale de la Péninsule Balkanique.

1° Avant tout, il faut voir comment la nature a formé la limite entre la Péninsule Balkanique et la plaine de l'Europe Centrale (bassin pannonien) dans les temps géologiques, c'est-à-dire avant l'apparition de l'homme primitif. Les différentes transformations de la terre ont duré très longtemps, mais nous ne nous intéresserons spécialement qu'aux périodes tertiaire et quaternaire. Ce sont elles qui ont précédé l'apparition des premiers hommes ; ce sont elles qui ont donné à notre terre, du moins en partie, l'aspect qu'elle a aujourd'hui. Ces périodes ont décidé du sort des premières habitations sur la terre.

2° L'importance de l'ère tertiaire est remarquable par le réveil de l'activité orogénique qui détermine la formation des principales chaînes de montagnes dont celles de la Péninsule des Balkans. Ces chaînes de montagnes sont :

A l'Ouest, la Chaîne des Alpes qui, dans les limites de la Yougoslavie, s'étend de la frontière de l'ancienne Autriche vers le SE ; les chaînes dinariques qui se poursuivent de façon ininterrompue de la frontière italienne jusque dans l'Asie Mineure, occupant la Dalmatie, la Bosnie et l'Herzégovine, le Monténégro, une grande partie de la Serbie pour passer ensuite dans la Bulgarie méridionale.

Les Alpes autrichiennes se poursuivent vers le Nord et le Nord-Est par le Massif Bohémien, les Alpes Carpathiques et Transylvaines venant se souder au Sud à la chaîne Balkanique qui s'étend vers la Mer noire en traversant la Péninsule Balkanique de l'Ouest à l'Est.

L'espace compris entre les chaînes dinarique, alpine et carpatho-transylvaine est occupé par une vaste dépression, connue des géographes sous le nom de Bassin Pannonien.

Son histoire peut être suivie à travers les temps tertiaires.

Nous savons que ce bassin, entouré de tous les côtés par de hautes chaînes de montagnes a été à l'époque Oligocène occupé par un grand lac.

En même temps, la partie du continent Egéen qui se trouvait au

Sud-Est du Bassin Pannonien (recouverte aujourd'hui par la mer Egée), a commencé à s'affaisser.

Vers le début du Miocène, le Bassin a été le siège d'une transgression marine, dont les sédiments nous sont connus. A la fin du Miocène, nous assistons au retrait définitif de la mer avec une récurrence de la phase lacustre.

Le niveau du lac Pannonien a été élevé à la hauteur de 950 m. au-dessus du niveau de la mer. Le plateau actuel de Belgrade se trouvait à peu près à 730 mètres de profondeur au fond de ce Lac Pannonien et seules émergeaient les montagnes de plus de 950 m. au-dessus du niveau de celui-ci. L'eau a enfin atteint la hauteur d'une vallée des Alpes transylvaines par laquelle elle a commencé à s'écouler ; et en même temps l'eau a de plus en plus creusé cette vallée et c'est ainsi que s'est formée une gorge connue sous le nom de « Porte de Fer » ou « Djerdape » où coule aujourd'hui le Danube qui sort de la vallée pannonienne.

Pendant toute la durée du Pliocène et jusqu'au Quaternaire, se continue la fragmentation du continent Egéen accompagnée par l'établissement progressif de la mer Egée actuelle.

Par contre, dès la surrection de la chaîne des Dinarides, le lac a été définitivement séparé de la Mer Egée par un seuil orographique qui constitue actuellement la ligne de partage des eaux de la Morava et du Vardar.

Ce seuil de faible altitude a pourtant joué, ainsi que nous le verrons dans la suite, un rôle capital dans les échanges entre les populations de l'Europe Centrale et du bassin de la Méditerranée Orientale, qui se faisaient par les vallées du Vardar et de la Morava.

3° A l'ère quaternaire un grand changement est survenu dans le climat. En Europe l'extension des glaciers vers le Sud n'a pas dépassé sans doute une limite qu'il est possible de jalonner par Londres, Anvers, Magdebourg, Cracovie, Kiev. Le développement des glaciers et la formation des dépôts d'alluvions dans les vallées et dans les plaines se rattachent à une cause commune : l'abondance des précipitations atmosphériques. Sur les hauts sommets des montagnes, que les érosions n'avaient pas encore abaissées, la vapeur d'eau se condensait en épaisses couches de neige, tandis que dans les plaines et les

vallées, les cours d'eau, grossis par les pluies torrentielles, déposaient à chacune de leurs crues d'énormes dépôts d'alluvions.

Après un changement de climat, les glaciers se retirèrent plus au Nord. De ce fait le niveau de la mer baissa et le Lac Pannonien se dessécha complètement. Comme un vestige de ce grand lac seule a subsisté la vallée fertile que traversent les grands fleuves : le Danube, la Save, la Drave et la Tisza.

Au Sud, dans le domaine de la Mer Egée actuelle, nous avons déjà mentionné que, vers la fin de l'ère tertiaire, s'est produit un envahissement de cette région. Pendant la fin de Néogène et au Quaternaire, la mer avait entièrement coupé la Péninsule Balkanique de l'Asie Mineure. L'apparition de l'Homme, ou du moins sa présence constatée pour la première fois avec une entière certitude, a constitué le phénomène primordial de l'ère quaternaire ou moderne de l'histoire du globe.

Lorsqu'on parle de l'ère quaternaire sans autre désignation, il s'agit habituellement du pléistocène. On désignait autrefois les formations pléistocènes sous le nom de diluvium ou terrains diluviens, ces formations étant alors attribuées à un cataclysme.

L'ère pléistocène est caractérisée non seulement par l'apparition de l'Homme mais par d'autres phénomènes : l'extension des glaciers, les dépôts d'épaisses couches d'alluvions dans les vallées et dans les plaines, l'existence d'une faune de mammifères comprenant des espèces éteintes, associées aux espèces actuelles (1).

Ainsi les premiers hommes ont trouvé la Péninsule Balkanique sous la forme d'une masse continentale triangulaire, reliée au Nord, au continent européen, par deux masses montagneuses : la chaîne Dinarique à l'Ouest et les Carpathes à l'Est. Ces deux chaînes en allant vers le Sud, se rapprochent de plus en plus et laissent seulement un passage qui forme les vallées des fleuves Morava et Vardar.

Ce passage débouche sur l'isthme de Salonique, c'est-à-dire sur la Mer Egée qui, du côté méridional, sépare la Péninsule Balkanique de l'Asie Mineure. La limite occidentale est constituée par la Mer Adriatique, la limite orientale par la Mer Noire. Les vallées de la Save et du Danube qui se rejoignent au Bassin Pannonien facilitent la liaison entre la

1. J. Déchelette, *Manuel d'Archéologie préhistorique*, t. I.

partie septentrionale de la Mer Adriatique et la Mer Noire. Ces deux vallées principales qui traversent la Péninsule Balkanique ont incité les premiers hommes à venir habiter très tôt la Péninsule. Au niveau du confluent de ces deux vallées, la voie Morava-Vardar, prolongée par les voies Danube-Rhin et Danube-Moldava-Elbe, traverse l'Europe centrale et la Péninsule Balkanique dans la direction Nord-Sud. Au confluent des vallées de la Save et du Danube qui séparent la Péninsule Balkanique de l'Europe centrale et qui ont la direction Ouest-Est, se trouve Belgrade. L'importance de cette ville vient donc de ce qu'elle se trouve sur la route principale qui conduit d'Europe en Asie par la Péninsule Balkanique et qui peut être appelée le « chaînon » entre l'Europe et l'Asie. Cette importance est due en grande partie au Bosphore et aux Dardanelles, comme aux nombreuses îles de la mer Egée par la voie desquelles il était facile de passer sur la Péninsule Balkanique.

Situation géographique de Belgrade.

La particularité géographique du Bassin Pannonien est que de nombreuses vallées y aboutissent rayonnant en tout sens. Les migrations allant et venant d'Europe et d'Asie qui suivirent ces vallées, laissèrent à Belgrade un peu de leur civilisation.

Belgrade a beaucoup profité de cette accessibilité du Bassin Pannonien dans son histoire, mais elle a de même beaucoup souffert quand au commencement du v^{e} siècle avec l'ère chrétienne les Barbares sont venus dans le bassin. Le Bassin Pannonien est dans le vrai sens du mot, le cadre géographique de Belgrade. Car la fondation et le développement de cette ville, sont la conséquence de cette situation particulière entre le Bassin Pannonien et la Péninsule Balkanique, qui ont directement agi sur le développement de Belgrade.

Le terrain sur lequel se trouve Belgrade au Sud de la Save et du Danube a un aspect tout à fait différent. Cette partie représente la contrée limitrophe du Bassin Pannonien et est formée de petites collines et de terrasses qui s'abaissent en des couches de 20-50 m. d'épaisseur, de Kopaonik jusqu'à la Save et le Danube. Ces terrasses proviennent du temps où le Lac Pannonien baissait. Elles sont couvertes par des sables et des glaises de provenance lacustre. Toute cette con-

trée a été recouverte de bois de hêtres et de chênes jusqu'à la fin du XIXe siècle.

Bien avant la venue des premiers hommes, la nature a préparé le terrain qui les attirera par cette variété de productions qui appelle l'habitat. Au bord de la Save et du Danube des prés, puis, plus haut, des champs et enfin, au sommet des bois. Et c'est ainsi qu'est né le premier habitat qui avait toutes les conditions requises pour durer à travers les siècles sur un même lieu. La première nécessité des hommes primitifs était la nourriture et c'est seulement avec le développement de la civilisation que l'échange des biens prend son essor et que le premier commerce est né le long des vallées préparées d'avance. Il fallait donc trouver avant tout le site favorable qui devait permettre l'alimentation des premiers hommes. Si un tel site se trouve sur la voie principale et naturelle et qu'il possède un caractère défensif parfait, il devient tout à fait compréhensible que Belgrade ait été encore peuplée par les hommes à l'âge de la pierre polie.

Le long des grandes voies naturelles des habitations se sont formées au commencement de la vie humaine.

L'homme primitif cheminant au long des voies naturelles, des passages, a pu découvrir le site favorable. Mais en tous les points le long de ces voies, il n'y avait pas de conditions favorables pour l'établissement des hommes. Le nomadisme conduit l'homme à l'endroit propre à satisfaire ses besoins de nourriture, de boisson et d'abri. En regardant la situation qu'occupe Belgrade, nous verrons que la nature l'a doté de toutes les conditions nécessaires à l'habitation humaine. Une hauteur merveilleusement défensive d'où l'on domine le vaste Bassin Pannonien et les fleuves de la Save et du Danube, deux grandes voies naturelles de passage, entouré d'un sol extrêmement fertile, c'est le berceau de Belgrade, préparé par la nature, ces trois avantages lui sont en quelque sorte inhérents.

Plus tard, l'agriculture a été l'élément original de concentration, par excellence, de groupes plus compacts que ceux du nomadisme primitif : c'est l'agriculture qui est à la base de la formation de Belgrade et elle a joué son rôle dans la civilisation urbaine de cette région.

La fertilité du sol autour de Belgrade provient du fait que toute la vallée au Nord de la Save et du Danube est tapissée d'alluvions que les fleuves et les pluies apportèrent au Quaternaire. Pendant quatre périodes glaciaires et trois périodes interglaciaires de grosses couches

de lœss se sont formées par intermittence sous forme de poussière que les vents du Nord apportaient et déposaient au fond du Lac Pannonien. Dans les temps interglaciaires le lœss se transformait en une masse de glaise et cela s'est renouvelé ainsi plusieurs fois. Toute cette contrée du Bassin Pannonien est restée jusqu'à nos jours la partie la plus fertile de l'Europe, et ses habitants s'occupent encore aujourd'hui d'agriculture.

Belgrade est un carrefour de voies naturelles.

La Péninsule Balkanique est entourée à l'Est, au Sud et à l'Ouest par les mers, tandis que du côté du Nord elle, est limitée par les deux fleuves : Save et Danube. Cette limite septentrionale, du point de vue géographique, est nette, car les fleuves ont creusé leurs lits au Sud du Bassin Pannonien.

La limite du côté NW n'est pas bien définie, car le relief est constitué par des chaînes de montagnes jusqu'à la mer Adriatique. Mais on considère aujourd'hui que la limite NW de la Péninsule Balkanique, est formée par le fleuve Kulpa, par la Save et la Sotcha.

En étudiant la formation géologique de la Péninsule Balkanique, on constate que la tectonique de la Péninsule est la même que celle des chaînes de montagnes de l'Asie Mineure. A cause des fractures du Pliocène et du Quaternaire, le pont a été rompu entre la Péninsule Balkanique et l'Asie Mineure. La Péninsule Balkanique au point de vue géographique et géologique peut être l'intermédiaire entre l'Europe et l'Asie, avec ses quelques caractéristiques spécifiques.

Le rôle qu'a joué la Péninsule Balkanique dans les civilisations est dû à sa situation géographique et à celle des îles de la mer Egée et de leurs caractères morphologiques.

Contrairement aux Péninsules italienne et ibérique, qui sont séparées du continent Européen par des chaînes de montagnes, la Péninsule Balkanique est reliée à l'Europe par deux vallées : la vallée Pannonienne et la vallée du Pont. Ces deux vallées s'étendent au Nord de la Save et du Danube, et sont séparées par des chaînons des Alpes transylvaines. Et pendant que la vallée du Pont est exposée à l'influence directe de la Russie et de la Mer Noire, contrées qui ont été hors du centre de l'ancienne civilisation, la vallée Pannonienne se

trouve au milieu du continent européen et elle est exposée aux influences des quatre points cardinaux du monde. A côté des deux chemins naturels et principaux, Nord-Sud, Est-Ouest, nous avons d'autres chemins qui, des périphéries du Bassin Pannonien, vont vers son centre. Là, au centre du Bassin Pannonien s'est développée une civilisation qui a été sous l'influence directe des régions de la mer Egée, civilisation qui est venue là, par les vallées Vardar-Morava et par les vallées des fleuves Maritza-Isker, Nichava et Morava.

L'intérieur de la péninsule est entrecoupé par une suite de vallées transversales et longitudinales qui permettent la liaison du Bassin Pannonien, avec les périphéries de la Péninsule Balkanique. Les vallées longitudinales facilitent la liaison de la vallée Pannonienne avec les contrées de la mer Egée. Les plus importantes sont celles de Morava-Maritza qui lient Belgrade à Istambul et l'Asie Mineure et les Vallées Morava-Vardar qui lient la mer Egée, c'est-à-dire, Salonique à Belgrade. Ces deux voies principales et naturelles se rejoignent près de Nich et, par la vallée de la Morava, débouchent sur le Bassin Pannonien.

Du Bassin Pannonien au Nord, par les vallées Danube-Mein-Rhin et par les vallées Danube-Moldau-Elbe, on peut atteindre la Mer du Nord. De même, par les vallées du Danube et de l'Oder, du Tisza et de la Vistule on sort du Bassin Pannonien sur la mer Baltique. Ces voies considérées par rapport à la Péninsule Balkanique représentent la continuation des voies longitudinales Morava-Vardar et Morava-Maritza. Par ces voies une liaison facile est possible d'une part, entre : la mer du Nord et la mer Baltique et d'autre part entre la mer Egée et la partie orientale de la Méditerranée. Il y a encore d'autres voies longitudinales mais d'importance plutôt locale et qui n'ont eu aucune influence sur la fondation de Belgrade.

Les vallées transversales, c'est-à-dire celles qui lient la mer Adriatique avec l'intérieur de la Péninsule ne sont pas aussi marquantes que les vallées longitudinales. Les chaînes de montagnes Dinariques gênent passablement la liaison de la mer Adriatique avec l'intérieur de la Péninsule, mais pourtant il y a quelques vallées par lesquelles on peut atteindre Belgrade. Par la vallée de la Narenta (Neretva) et de la Drina et du golf Huamero on arrive au fleuve Kulpa qui se jette dans la Save. La principale voie transversale et naturelle est la vallée de la Save et la partie du Danube, de Belgrade à l'embou-

chure de ce fleuve dans la mer Noire. Parallèlement à la Save, coule la Drava par laquelle on peut également atteindre l'Occident.

On voit tout de suite, que Belgrade est au carrefour de ces voies principales et c'est pourquoi son rôle a toujours été important. C'est grâce à ces voies que le commerce a pu se développer dès l'époque la plus reculée, et toutes les agglomérations le long de ces routes ont bien progressé. Elles ont été les porteuses du progrès. Quand les archéologues ont commencé les fouilles de ces agglomérations préhistoriques, vers la fin du siècle passé, ils ont trouvé là, les restes d'une civilisation développée.

C'est seulement après avoir constaté grâce à l'aspect actuel de Belgrade, l'allure approximative de l'ancien site, que nous pouvons nous imaginer la naissance de Belgrade. Nous avons vu qu'à part les collines bordant les rives droites de la Save et du Danube, et du plateau de Bejania (Plateau de Zemun) le reste du terrain ne répondait pas aux conditions nécessaires pour l'habitat. Divers vestiges humains de l'âge préhistorique ont été repérés aux environs de Belgrade. Tous ces vestiges se trouvent sur les rives droites de la Save et du Danube et le long de la crête des Réfugiés (Plateau de Zemun), tournée vers la Save. Si nous transportons à présent notre vue sur le plan où se trouve le terrain marqué soumis à l'inondation et ces vestiges humains de l'âge préhistorique, nous remarquerons que les premières habitations se sont formées sur les bords des terrains inondés. Au commencement de la période quaternaire toute cette étendue a été couverte par les derniers sédiments du lac Pannonien. Sur cette étendue les conditions nécessaires à l'habitat, n'étaient pas réalisées et guère davantage à l'époque suivante, car c'est là que se sont faits les changements des cours de la Save et du Danube (cette zone de terrain était inondée chaque année). C'est un des exemples les plus frappants de l'isolement. Il a fallu attendre la venue des Romains dans ces contrées, c'est-à-dire le 1er siècle, pour que soit établie la voie terrestre qui reliera les deux rives de la Save. Les rives du Danube n'ont jamais été reliées et c'est pourquoi il a toujours été le fleuve limitrophe entre les races différentes et ce rôle il l'a gardé jusqu'à nos jours, comme frontière des Etats jusqu'en 1914.

Mais Belgrade s'était formée quelques siècles avant la venue des Romains. C'est pourquoi le croisement que constituait la Save et la route romaine ne pouvait pas être pris comme origine de Belgrade.

VOIES NATURELLES
BELGRADE VERS LA..
MER DU NORD
" BALTIQUE
" ADRIATIQUE
" ÉGÉE
" NOIRE
L'ASIE MINEURE
MER DU NORD
MER BALTIQUE
HAMBOURG
DANZIG
ROTERDAM
COLOGNE
DREZDE
BRESLAU
PRAGUE
VARSOVIE
VIENNE
BUDAPEST
ZAGREB
TRIESTE
BASSIN PANNONIQUE
BELGRADE
BUKAREST
CARPATES
ALPES
PENINSULE PYRENEE
IBÉRIQUE
MÉDITERRANÉE
PENINSULE ITALIQUE
MER ADRIATIQUE
MER IONIENNE
PENINSULE BALKANIQUE
SALONIQUE
ISTANBUL
BOSPHORE
MER NOIRE
ASIE MINEURE
MER ÉGÉE
ÉCHELLE 1:10.000.000

Plus anciennement, il existait un autre croisement qui a formé Belgrade. Les cours d'eau, grandes voies naturelles, s'ouvrent plus volontiers au passage des hommes primitifs. D'autre part les agglomérations de l'âge préhistorique sont particulièrement nombreuses en bordure de la Save et du Danube. Il importe de retenir ces directions de la Save et du Danube. De Budapest jusqu'à Belgrade, le Danube coule d'une manière nette en direction Nord-Sud. Près de Belgrade il tourne vers l'Est et reçoit en même temps la Save qui vient de l'Ouest. Ajoutons à cela une voie terrestre qui dès Belgrade, le confluent de la Save et du Danube, menait au Sud par les rues actuelles du Tsar Douchan (Dušan), Vidinska et Ratarska et nous aurons le croisement qui a formé Belgrade. C'est au long de la rue Tsar Douchan qu'on a trouvé en 1892 les vestiges d'une habitation de l'âge de la pierre polie.

Belgrade est un admirable carrefour, formé en trois directions par la Save, le Danube plus une route qui mène au Sud. De ces deux chemins l'un est fluvial, Est-Ouest, la Save et le Danube de Belgrade vers la mer Noire ; l'autre est mi-fluvial, mi-terrestre, Nord-Sud ; le Danube et le chemin qui mène par les rues du Tsar Douchan (Dušan) et de Ratarska.

On constate d'après notre exposé, que Belgrade dans son rôle d'un carrefour de voies naturelles est liée à cinq mers :

1° Belgrade-Mer du Nord, par les voies naturelles qui vont de Belgrade à Budapest-Vienne-Cologne-Rotterdam ; de Belgrade à Vienne-Prague-Dresden-Hambourg.

2° Belgrade-Mer Baltique, de Belgrade à Budapest-Vienne-Breslau-Varsovie-Dantzig.

3° Belgrade-Mer Adriatique, de Belgrade à Zagreb-Trieste ; Belgrade-Zagreb-Venise ; Belgrade-Sarajevo-Adriatique.

4° Belgrade-Mer Egée, de Belgrade à Nich-Skopije-Salonique, Belgrade-Nich-Istambul.

5° Belgrade-Mer Noire-Russie, par le Danube.

Avec ses routes naturelles Belgrade est liée avec tous les pays d'Europe et d'Asie Mineure. Et déjà dans le temps préhistorique Belgrade était un grand carrefour de commerce.

Routes celtes et romaines.

Les conditions géographiques nous aident à comprendre certains faits historiques, telle l'importance stratégique et commerciale de Sigindunum (Belgrade) ville forte. Les forteresse sceltiques n'étaient point de simples lieux de refuge destinés à recueillir uniquement les gens et les bestiaux en cas d'alerte, mais de véritables villes occupées par une population fixe. La vie urbaine avaif atteint déjà un notable développement. Les villes du Danube entretenaient avec les pays du Sud des relations commerciales très actives et ont subi par la suite l'influence de la Grèce. Ces développements urbains ont été d'autant plus avancés qu'ils se trouvaient plus rapprochés des pays grecs ou de grandes voies naturelles de passage, qui unissaient l'Europe méridionale et l'Europe centrale. On y sent déjà l'influence de la Grèce. Les Barbares avaient appris au contact des Grecs à fortifier leurs villes. Le camp occupe fréquemment des emplacements protégés, au moins en partie par des défenses naturelles, escarpements, ravins ou cours d'eau. Le site de Belgrade répondait parfaitement à ces conditions et les Celtes y ont élevé la ville fortifiée Sigindunum.

Les Celtes ont pendant quatre siècles, dominé cet énorme état où le commerce était développé et la culture très poussée. La prospérité du commerce nous est démontrée par l'apparition de la monnaie dont on a senti la nécessité le jour où l'échange des biens ne pouvait plus se faire avec des moyens aussi primitifs que ceux qui existaient alors. Et quand les Romains sont arrivés ils ont trouvé un réseau de routes très important.

Rome, au lendemain de sa victoire, établira sur le sol de la Péninsule Balkanique, conquise un vaste réseau routier et dans bien des cas, il lui suffira de construire une chaussée solide sur les anciens sentiers reliant les grands centres du commerce celtique.

On sait quel développement les Romains donnèrent au système routier, qui était indispensable à la sécurité, à la durée de la conquête romaine et à l'exercice de l'autorité impériale.

Sigindunum comme un point très important sur le « limes » a été de très bonne heure relié par des routes à Rome et aux autres provinces.

Depuis l'an 145 av. J.-C. la route a été construite par la vallée de la

Morava et du Vardar en partant de Thessalonica en passant par Seupi (Skoplje), Naïsus (Niš), et Viminacium (Kostolac) jusqu'au confluent de la Morava et du Danube.

De Viminacium cette route allait par la rive droite du Danube sur Sigindunum et plus loin par la rive droite de la Save, qui en ce temps-là, était un fleuve-frontière. En l'an 10 av. J.-C. quand la Roetia, Noricum et Pannonia furent soumises, la Save ne fut plus le fleuve-frontière, et elle fut remplacée par le Rhin et le Danube. C'est alors qu'a été construite la route le long de la rive gauche du Rhin et de la rive droite du Danube, route qui près de Sigindunum, traversait la Save. Après ces premières routes qui avaient été construites par les soldats d'une manière hâtive et en vue de liaison entre certains camps le long des frontières, d'autres routes ont été construites et en premier lieu celles qui menaient de Rome au limes. Une de ces routes allait de Aquilcia sur Hemana (Ljubljana) Cellia (Celjé) Poetovo (Ptuj) vers Vindobona (Vienne). Ensuite de Poetovo par la rive droite de la Drave sur Mursa (Osijek), Cibalis (Vinkovci) Sirmium (Mitrovica) vers Sigindunum (Belgrade) et encore quelques routes de la mer Adriatique vers la Save.

Au début, ces routes étaient d'un caractère purement militaire, elles se transformèrent plus tard en routes où passait le gros du commerce de l'empire romain. Dans le vaste empire romain qui pendant près de quatre siècles comprenait toute l'Europe au Sud du Rhin et du Danube, l'Asie Mineure, la Syrie, la Palestine et toute la rive septentrionale de l'Afrique, les routes les plus importantes étaient celles qui menaient de l'Orient à l'Occident.

La route de Belgrade à Constantinople a été « via militaris » des itinéraires romains via mutation, c'est-à-dire la route couverte par de grandes dalles de pierres, dont les vestiges ont été découverts avec de nombreuses inscriptions. Par cette route se faisait le grand commerce du Moyen-Age ; dans le même sens avec certaines petites rectifications, se trouve aujourd'hui la principale voie ferrée de l'Ouest à l'Est (Simplon Orient Express). Ce premier chemin romain solidement établi suivant les anciennes pistes primitives des Celtes, sera un grand élément du rapprochement des peuples.

Le chemin venant du Sud-Est, c'est-à-dire de la vallée de Morava, par lequel sont venues les légions romaines à Sigindunum, était l'ancienne piste celtique qui partait de l'embouchure de la Save vers le

Sud et qui est devenue le premier chemin romain. Le Sud est la zone attractive du Sigindunum, parce que nous nous trouvons, à l'époque où la Pannonie n'était pas encore conquise, c'est-à-dire avant l'an 10 av. J.-C. Le Nord était occupé par les Barbares d'où pouvait venir le danger et, en outre, la Save et le Danube avec le terrain marécageux constituaient une zone répulsive.

La route romaine de Viminacium jusqu'au Tricornia Castra (Ritopek) longeait le Danube. De là, pour éviter le méandre que fait le Danube, et raccourcir de la sorte la longueur de la route, car les Romains cherchaient avant tout la ligne droite, la route se séparait des rives du Danube allant vers le village Mokri-Lug, où Kanitz en 1887, avait découvert les vestiges du Mutation ad Sextum et une partie de la route romaine.

La voie continuait plus loin par les rues actuelles du Roi Alexandre, Ratarska, Vidinska, du Tsar Douchan et, contournait le rocher sur lequel se trouvait Sigindunum celtique, jusqu'au confluent de la Save et du Danube. C'est au long de cette voie que l'on a trouvé, à l'angle des rues Vidinska et Cetinjska les vestiges d'une habitation de l'âge de la pierre polie. En 1892, en creusant pour les fondations de l'usine de bière Baïloni, a une profondeur de 2,5 m. on a trouvé une dizaine de dents de « vieil éléphant et un crâne humain avec le front très en arrière ». A part cela on a trouvé de nombreux objets en pierre. Quelques tombes romaines ont été découvertes à côté de la rue Alexandre. Enfin sur les vieux plans de Belgrade on remarque que la rue Tsar Dauchan était pendant le Moyen-Age et le XVII^e^ siècle la principale rue de Belgrade. Seulement à la fin du XIX^e^ siècle, elle perd un peu de son importance, mais cependant aujourd'hui même elle est une des principales artères du nouveau Belgrade.

Au commencement du premier siècle, quand le Rhin et le Danube sont devenus *limes* de l'empire romain, de nouvelles forteresses ont été élevées le long du Danube au Nord de Belgrade. C'est alors qu'ont été élevées Taurunum (Zemun), Burgenae (Banovci), Rittium (Sourdouk), Reumincum (Slankamen). Entre eux une route a été découverte en plusieurs endroits, mais nous ne savons pas comment cette route allait de Taurunum à Sigindunum. Dans Itinerarium Rutonini sur la partie de la route qui menait de Sirmium à Sigindunum on ne parle pas de Taurunum. La dernière citation dont il est question avant le passage de la Save, est Mutatione Altina et immédiatement après

VOIES ROMAINES
ECHELLE 1:3.000.000
MER ADRIATIQUE
PENINSULE ITALIQUE
BOSNIE
ALPES DINARIQUES
ALPES DE TRANSYLVANIE
PÉNINSULE BALKANIQUE
MER NOIRE
MER IONIENNE
SICILE
ARCHIPEL OU MER DE CANDIE
ASIE MINEURE
SINGIDUNUM (BELGRADE)
BYZANTIUM
ROME

TRIESTE
VENISE
BOSNIE
SARAJEVO
BELGRADE
BUKAREST
MER ADRIATIQUE
PEN. ITALIQUE
ROME
RAGUSE
DURACCO
SALONIQUE
ADRIANOPLE
CONSTANTINOPLE
BOSPHORE
MER DE MARMARA
ASIE MINEURE
SMYRNE
PALERME
MESSINE
MER IONIENNE
MORÉE
MER ÉGÉE
VOIES DES CROISADES
VOIES MÉDIÉVALES
VOIES RAGUSAINES
ECHELLE 1:3.000.000

Civitas Sigindunum. Ce qui signifie donc que cette route ne passait pas par Zemun (Taurunum). Sur la carte de Pentinger nous voyons au confluent de la Save et du Danube un castel portant le nom « Confluentil » mais sur la rive gauche de la Save, Engel dans son « Geschichte Ungarus » affirme que c'était là, le port des vaisseaux de guerre romains. Rappelons-nous pour les faits de guerre, le grand ensemble documentaire de la colonne Trajan. Sur un de ces reliefs nous voyons la ville de Viminacium près de laquelle fut jeté le pont de bateaux, pour le passage du Danube en avril 101. Celui que Trajan construisit sur le Danube en 104, près de Turum-Severin était en bois. Après cela il semble que le pont de bateaux au-dessus de la Save ait existé entre le castel Confluentil et Sigindunum. Deux chemins se séparaient là, l'un allait en direction de Mutatione Altina vers Sirmium et l'autre vers Taurunum et plus loin au Nord en longeant le Danube. C'est pourquoi on ne parle pas de Taurunum sur la route de Sirmium à Sigindunum. Cette hypothèse est renforcée également par le fait que plus tard lors de guerres entre l'Autriche et la Turquie, le pont de bateaux avait été toujours à cette place c'est-à-dire un peu en amont de l'embouchure de la Save comme aujourd'hui le pont Alexandre. Cet ensemble de routes romaines de Sigindunum témoigne de l'importance des communications établies directement avec le limes d'une part, et d'autre part avec les vallées de la Save et de la Morava.

Voies médiévales.

Voies des croisades.

Les croisades sont les expéditions entreprises du XI^e^ siècle au XIII^e^ par l'Europe chrétienne contre l'Orient musulman. Loin d'être une explosion de fanatisme, les croisades, à l'origine du moins, furent la revanche d'une civilisation sur une autre et se trouvèrent favorisées en outre, par les goûts belliqueux et aventureux des seigneurs qui les entreprirent. Elles mirent en contact pendant deux siècles les Européens et les Asiatiques. Au point de vue social et politique, les croisades ont une très grande importance ; les mélanges des peuples, le développement des commerces, l'impulsion : l'Europe, au moins, se débarrassa d'une foule d'aventuriers : elles ont favorisé ainsi, indirecte-

ment, l'affaiblissement du servage, l'émancipation des communes. Enfin elles exercèrent une influence sur les arts, les sciences et les lettres. Toutes les croisades, par les chemins qui les amènent vers les lieux saints, ont laissé de tristes souvenirs, qui n'étaient pas à l'honneur de ceux qui entreprenaient si grande et si louable tâche, la libération du Saint Sépulcre. Belgrade qui s'est trouvé sur le carrefour des routes naturelles et terrestres, n'a pas pu échapper au pillage ; mais pour nous il y a grande importance à démontrer encore une fois, la valeur de la situation de Belgrade dans des événements historiques tels que les croisades.

Première croisade (1096-1099) fut l'œuvre de la papauté toute puissante, prêchée par Pierre l'Ermite et décidée au Concile de Clermont. Elle fut l'objet de deux expéditions distinctes : la première entreprise fut organisée par des bandes de misérables sans armes et sans ressources, dirigée par Pierre l'Ermite et par Gautier Sans Avoir. Cette première expédition fut décimée avant l'arrivée en Syrie ; partout où ils ont passé ils se livraient au pillage en provoquant les mécontentements des peuples. C'est à cette occasion que la ville Semlin (Zemun) à côté de Belgrade fut complètement dévastée par les fidèles sans ressources. Belgrade, grâce à la sagesse d'un chef, dit-on, fut épargnée. La seconde expédition, à laquelle prirent part les armées féodales, puissamment organisées, passe par Belgrade, s'empare de Jérusalem où Godefroy de Bouillon fut proclamé roi.

La première croisade est partie de Mayence (Royaume de Germanie), est passée par Vienne, le bassin Pannonien et Belgrade et, par la Péninsule Balkanique se dirigea vers Jérusalem en passant par Constantinople.

Deuxième croisade (1147-1148), prêchée par saint Bernard, elle fut entreprise à la suite des conquêtes des Turcs qui avaient pris et détruit Edesse. Cette croisade est partie de Metz (Royaume de Germanie), a pris la même route que la première jusqu'au Nicée en passant par Vienne, Belgrade et par la Péninsule Balkanique et Constantinople jusqu'à Damas. Cette croisade dirigée par Conrad III et Louis VII le Jeune fut décimée.

En 1189, la troisième croisade de Frédéric Ier Barberousse a conquis Belgrade pour le compte de Byzance. Ils ont trouvé, dit-on, Belgrade complètement dévastée par les Hongrois.

Voies ragusaines.

La République Ragusaine qu'on appelle la Venise slave, a été pendant plusieurs siècles un centre de commerce, comme de nombreuses villes, dans le bassin méditerranéen. Elle était une République libre, devenue par sa position géographique sur la côte Dalmate, une puissance commerciale de premier ordre, un centre de culture, une puissance financière et diplomatique.

Le sol et le climat imposent donc à la Dalmatie (de même à Raguse) des aptitudes économiques nettement différentes de celles des autres pays d'Europe, d'Asie et d'Afrique. Cette situation fait, des échanges commerciaux, une nécessité vitale pour la République. Elle a besoin des céréales de la plaine pannonienne, des bestiaux et des bois des régions montagneuses. Elle exporte en retour vers l'intérieur, du sel du vin, de l'huile et d'autres matières venant de la Méditerranée.

Elle développait son commerce de telle façon, que tous les pays balkaniques de l'Asie Mineure et d'Afrique ont eu des relations commerciales avec cette importante République.

Raguse signe des traités de commerce avec Pise (1169), avec Ravenne (1189), avec Ancône (1179), avec Bari (1201), avec Ferme (1228).

Raguse sous la domination vénitienne déploya une grande activité diplomatique dans les Balkans, avec la nouvelle Bulgarie d'Assen (1252). Le 13 novembre 1350, le nouvel empereur (tsar) serbe Douchan était à Raguse avec sa femme pour créer une ère d'entente et de profitables rapports commerciaux et intellectuels avec la République slave de l'Adriatique (1). Raguse a signé à Vichégrad (en Hongrie), le 27 mai 1358, un traité avec Louis d'Anjou. En 1366, elle signa avec le Ban de Bosnie et de Serbie un traité de commerce. Elle a signé un accord commercial avec la Turquie le 6 décembre 1430 et les marchands ragusains ont pénétré jusqu'en Asie Mineure.

Au moment où tous les pays balkaniques étaient sous la domination turque, Raguse possédait des colonies dans toutes les villes principales de la Serbie, de la Bosnie, de la Bulgarie, de la Hongrie, depuis Vidin et Belgrade jusqu'à Mostar et à Prizren. A Belgrade, la seule

1. Cte L. de Voinovitch, *Histoire de Dalmatie*. Paris, 1934.

église catholique était l'église ragusaine. Les colonies se groupaient autour de quelques chefs, faisant un commerce actif, qui, grâce à leur langue slave, était facilité.

Belgrade est devenue un centre de commerce ragusain pour toute l'Europe centrale autour de la vallée Pannonienne et de la vallée de Pont. De Raguse, deux routes allaient directement vers Belgrade, l'une par Sarajevo et l'autre par le Montenegro et la Serbie Sud et occidentale. Belgrade était un grand port ragusain pour les commerces fluviaux qui passaient par le Danube, par la Save et par d'autres fleuves secondaires vers l'Europe. Les routes terrestres et fluviales font une liaison directe entre Belgrade et Trieste d'une part, Belgrade et la mer Noire d'autre part. Une autre route de Belgrade vers Budapest et Vienne traversait le Danube, et de l'autre côté, par la vallée de la Morava jusqu'à Nich, se rendait par Novi-Pozar à Raguse ou à Salonique (voir la carte page 29).

* * *

Plus tard, quand les Turcs ont imposé leur domination, tous les Balkans et une partie de l'Europe centrale jusqu'à Vienne, Belgrade devint une grande ville de l'Empire Ottoman. Son importance fut plus grande que jamais. On l'appela l'Istambul Occidental à cause de son aspect de ville purement orientale, de sa position géographique, stratégique et surtout, de son importance politique et économique.

De Belgrade à Istanbul, la route suivait le même itinéraire que le chemin Celtique ou Romain, par laquelle passait tout le commerce. C'était aussi une voie stratégique et militaire d'une grande valeur. Belgrade est restée toujours une ville au carrefour des routes fluviales et terrestres, et son importance était très grande au temps où les Turcs dominaient une grande partie de l'Europe.

On a vu plus tard, que pour les Allemands, poussés par l'impérialisme vers l'Orient, Belgrade était la première étape vers Bagdad et les Indes. C'est seulement après la guerre 1914-1918, que Belgrade a pris son rôle historique de centre national, politique, économique des pays des Slaves du Sud. Aujourd'hui, elle est la capitale d'un pays indépendant ; autour d'elle gravitent toutes les tendances de son histoire stratégique, politique, culturelle et économique : elle est

actuellement au centre de sept routes internationales, au carrefour des chemins de fer venant de l'Ouest, de l'Est et du Sud. Elle est un grand port fluvial pour l'Europe Centrale et les Balkans, et elle est devenue un centre important des moyens de transport moderne, y compris de l'aviation.

CHAPITRE DEUXIÈME

LE CADRE GÉOLOGIQUE

La mer Pannonienne et son influence sur le développement géologique de la Serbie du Nord (Choumadia).

La capitale comprend, outre la ville de Belgrade proprement dite, deux autres villes situés au delà de la Save et du Danube qui lui ont été rattachées. Ce sont les villes de Pantchevo et da Zemum. En la regardant de la plaine de Voïvodine et de la Srem, Belgrade apparaît comme une terre haute. Elle s'annonce par des coteaux de 100 à 150 m. aux pentes plus ou moins raides, descendant par des croupes dénudées jusqu'au Danube et à la Save.

Pour comprendre mieux la formation géologique de la région de Belgrade, il faut d'abord, en quelque sorte, se faire une idée générale de ce qu'est la Serbie du Nord (ou Choumadia), et d'autre part, de se rendre compte de l'évolution du bassin pannonien et de l'influence qu'il a eue sur le développement de cette région.

Au Néogène, il existait en Europe orientale et centrale deux grands bassins en rapports étroits :

1° Le Bassin oriental, occupant l'emplacement actuel de la mer Noire et de la mer Caspienne, l'extrémité méridionale de la plateforme russe, la Bessarabie, les plaines du Bas-Danube, ainsi que la bordure externe des Carpathes en Roumanie et en Pologne méridionale ;

2° le Bassin occidental, comprenant le bassin intra-alpin de Vienne, la plaine pannonienne et la Transylvanie, c'est-à-dire la région com-

prise au milieu du système alpin, entre le bord interne des Carpathes et les chaînes de l'Adriatique.

Ces deux bassins communiquèrent entre eux, durant une grande partie des temps néogènes, par le sillon externe des Carpates et par un étroit chenal correspondant aux Portes de Fer.

Les caractères de leurs dépôts indiquent des conditions physiques et biologiques propres à une mer intérieure. Ces conditions générales furent modifiées par des facteurs locaux, qui déterminèrent l'évolution particulière des diverses parties de cette mer (1).

Les diverses recherches paléo-géographiques ont établi avec certitude que des relations avaient dû exister entre la Méditerranée et les bassins néogènes intérieurs (2). Ces communications ont pu se créer au début du Miocène par suite de la formation de la chaîne alpine.

Vers la fin du Miocène moyen, les mouvements tectoniques provoquèrent la fermeture des communications de la Paratéthys avec la Méditerranée et transformèrent la première en une mer sarmatienne, qui connut dès lors une existence indépendante.

I. — La Paratéthys comprenait trois zones d'effondrements principaux :

a) le bassin pannonien avec ses dépendances ;

b) le bassin de la Russie méridionale avec la Roumanie et la Galicie ;

c) le bassin de la mer Caspienne et ses ramifications ;

II. — Ces zones effondrées communiquèrent :

a) soit par des sillons anciens longeant les bords externes du système alpin (sillon « Rhône-Suisse-Bavière » et sillon extra-carpatique) ;

b) soit par des aires d'ennoyage (chenaux des Portes de Fer et de l'Oltu) ;

1. V. Laskarev, *Sur les équivalents du Sarmatien supérieur en Serbie*. Belgrade. 1924.

2. A. Keller, *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique*, Paris, 1933.

c) soit, à la fois, par des effondrements et des aires d'ennoyage : le sillon transégéen est composé en partie de zones effondrées (en Albanie et sur l'emplacement de la mer Egée) et, en partie, d'aires d'ennoyage (en Macédoine et en Thrace) (1).

Le sillon Rhône-Bavière, le sillon transégéen et les détroits de Silésie et de l'Oltu, ont cessé de fonctionner au Miocène moyen. Depuis lors, la liaison entre le Bassin occidental et le Bassin oriental ne se fit plus que par le chenal des portes de Fer. Puis, au Sarmatien moyen, les mouvements tectoniques supprimèrent cette dernière communication : le Bassin occidental se transforma alors en un lac saumâtre tandis que la mer subsista à l'Est, depuis la Valachie jusqu'aux régions transcaspiennes. Vers le milieu du Pliocène, les communications au pied du Caucase commencèrent à se rompre : le détroit Nord-Caucassin (Kouma-Manytch) émerge par intermittence, mais ne cesse définitivement d'exister qu'à l'époque post-glaciaire.

Nous voyons donc que le morcellement de la Paratéthys se fit, dans le temps, de l'Ouest vers l'Est ; commencé dans les Alpes vers la fin du Miocène moyen, il atteignit les régions caucasiennes au Pliocène (2).

Cette succession dans le morcellement de la Paratéthys nous permet de comprendre pourquoi, durant les époques miocènes inférieure et moyenne, il y régnait des conditions physiques semblables à celles de la Méditerranée : l'uniformité de la faune en témoigne.

Par contre, la fermeture des communications avec la Méditerranée et le fractionnement de la Paratéthys ont établi des différences qui sont allées en s'accroissant jusqu'à la fin du Néogène. Au commencement du Sarmatien, les conditions du milieu restèrent encore plus ou moins analogues sur toute l'étendue de la Paratéthys et y permirent, du bassin de Vienne au Turkestan, le grand développement de la faune à *Mactra podolica* et *Ervilia podolica*, si monotone et si caractéristique de l'époque. Mais, ensuite, l'isolement de la partie pannonienne y détermina l'installation d'un régime saumâtre avec Congéries, Mélanopsidés, Limnocardidés, etc..., alors que la mer à Mactres du Sarmatien moyen et supérieur couvrait toujours la Roumanie, la Russie méridionale et les régions transcaspiennes.

1. A. Keller, *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique*. Paris, 1933.
2. *Ibid.*

On comprendra donc que la progression du morcellement de la Paratéthys de l'Ouest vers l'Est a entraîné dans cette direction une migration des faunes néogènes de Mollusques saumâtres et d'eau douce (1). Cette migration marche en fonction de la dessalure des eaux, dans les différentes parties morcelées de la Paratéthys.

Au point de vue biologique, cette dessalure s'accompagne d'un appauvrissement de la faune. D'une manière générale, le nombre de genres décroit sensiblement et parmi les plus durables, il faut citer les Cardites et les Cérithes. Les formes d'eau douce, émigrées dans les bassins saumâtres commencent à s'habituer aux nouvelles conditions de vie et donnent peu à peu des genres nouveaux : *Dreissensimoya*, *Valenciennesia*, etc... Cette adaptation de la faune se fait à plusieurs reprises et, d'une façon générale, elle conserve pendant le Sarmatien et le Méotien, c'est-à-dire jusqu'à la fin du Miocène, un caractère semi marin.

A partir du Pontien, apparaît dans le bassin ponto-caspien la faune à congéries, qui émigre vers l'Est. Enrichie de formes méotiennes survivantes, elle subit un sort différent dans les trois bassins intérieurs en lesquels se subdivise le Bassin oriental vers la fin du Pontien, à savoir : bassin caspien, bassin euxinique et bassin dacien (2).

Evolution géologique de la Choumadia.

Après avoir vu l'évolution paléogéographique de l'Europe centrale, nous allons passer à l'étude des détails de la région de Belgrade.

Il existe une limite morphologique très nette entre le plateau de Belgrade et le bassin pannonien, au Nord et à l'Ouest. Par contre, aucune séparation précise n'existe entre ce plateau et la Choumadia, au Sud et à l'Est, car la région de Belgrade constitue la prolongation la plus septentrionale de la Serbie du Nord. C'est pour cette raison que le développement de la ville de Belgrade peut s'étendre dans cette direction.

Il est peu de régions terrestres où l'ancien relief littoral soit aussi bien développé et conservé qu'à la limite méridionale du bassin pannonien.

1. Les Mammifères néogènes ont une tendance à émigrer en sens inverse, de l'Est vers l'Ouest.
2. A. Keller, *Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique.*

La régression des mers néogènes n'a pas été suivie de transgression ; c'est pourquoi, le relief littoral abandonné par les régressions successives n'a pas été modifié.

Une grande partie des rivages n'a pas été affectée par des mouvements tectoniques récents (pliocène ou Quaternaire), susceptibles de bouleverser les reliefs littoraux élaborés antérieurement.

De toutes les portions méridionales du bassin Pannonien ce relief n'est conservé que dans la Serbie, gorge de Grolelica (Morava méridionale), au Sud de Nisch, jusqu'à Belgrade, presque 250 km. en ligne droite. A l'Ouest de cette ligne, vers les montagnes dinariques, il atteint 130 km. de largeur entre Čajetina près d'Užice et Belgrade.

A l'Est de la Morava, dans toute la Serbie orientale, région où d'autres bassins lacustres d'âge pliocène se sont établis, le relief est bien conservé, comme si le lac venait de se retirer.

Belgrade est le point le plus septentrional de la région de la Choumadia. Par les roches de son socle aussi bien que par la direction des anciennes déformations qu'a subies la Choumadia, elle apparaît comme un élément détaché de la grande masse rhodopienne qui lui fait suite vers le Sud-Est (1).

La Choumadia aurait donc joué le rôle d'un de ces vieux massifs, môles résistants, contre lesquels sont venus se heurter les poussées de l'extérieur.

Le rôle des failles, contemporaines de l'assèchement du lac Pannonien, semble avoir été très important pour la détermination des zones d'affaissement postérieures.

Les roches, qui constituent le soubassement même de la région, n'apparaissent au jour que rarement et sur des espaces très localisés (granites, schistes cristallins, gneiss, calcaires, marbres et porphyres). Pendant la majeure partie de l'époque crétacée, ce soubassement, envahi par les eaux, à été recouvert par un épais manteau de sédiments sous lequel est masqué aujourd'hui tout l'ancien modelé. Pour découvrir les roches anciennes, il faut remonter les petits ravins au flanc des hauteurs. Les roches du socle ancien n'auraient, par conséquent, qu'une influence indirecte sur les formes de la topographie actuelle.

1. Gaston Gravier, *Annales de Géographie*, nº 166, XXXᵉ année. Paris, 1921.

Les calcaires parfois compacts et le plus souvent argileux, alternent, à intervalles sensiblement rapprochés, avec des schistes argileux, des argiles sablonneuses, des marnes et des grès (1).

Cette variété même de dépôt était appelée à avoir une influence des plus heureuses sur la distribution des sources, aussi bien que sur la composition du sol. Cette couverture de roches crétacées est de faible épaisseur et faiblement plissée, en quoi, elle se distingue des roches du même âge des régions voisines.

Au Miocène en effet, un même effort de plissement se produit à l'Ouest et à l'Est.

Au Sud, l'action tectonique semble avoir été pour beaucoup aussi dans la formation du chapelet de bassins aux formes régulièrement elliptiques qui constituent aujourd'hui la vallée de la Morava de l'Ouest.

A l'Est, s'allonge dans le sens du méridien une longue et étroite zone déprimée, la vallée actuelle de la grande Morava, dont l'origine est en grande partie tectonique.

La nature éminemment complexe de cette dépression, son ampleur, son fond en auge, la raideur des pentes méridionales, sont autant d'indices témoignant de la part qu'il faut attribuer à l'action tectonique dans sa formation. D'autre part, la présence de blocs de Tertiaire inférieur (grès et schistes sableux) accrochés sur ses flancs et fortement bouleversés ,indique que l'affaissement est postérieur au tertiaire inférieur.

Une ligne de sources thermales et sulfureuses en marque le rebord méridional. La vallée de la grande Morava est également un centre très important d'activité sismique, d'ailleurs en relation avec celui du Kopaonik, qui souvent est fortement ressentie à Belgrade.

Pris entre des zones de compression et d'effondrement, entre deux mouvements de sens horizontal et de sens vertical, le vieux socle de la Choumadia et son recouvrement furent profondément ébranlés. De petits bassins intérieurs apparaissent, à une époque postérieure au Crétacé, au fond desquels se sont conservés jusqu'aujourd'hui des lambeaux de Crétacé. La Choumadia se trouve décomposée en un

1. Le faciès présenté par les roches de cette époque est si caractéristique que M. Cvijić lui donne le nom de « faciès Choumadia ».

certain nombre de régions naturelles, ayant chacune sa physionomie propre et sa structure, de type essentiellement différent des pays du pourtour. La région de Belgrade a la même caractéristique.

Les fissures entr'ouvertes laissèrent monter un afflux de matières éruptives particulièrement considérable dans la région du Sud-Ouest. Sous forme de nappes, de dômes, de cônes, ce sont ces roches qui constituent la note dominante du paysage au Sud et à l'Ouest du Rudnik. Les serpentines sont loin d'avoir un développement analogue à celui qui caractérise la région de l'Ibar. Elles n'apparaissent guère que comme les éléments extrêmes de cette grande zone qui semble venir se terminer en pointe au pied même du mont Avala, près de Belgrade.

Le vieux massif de la Choumadia dominait probablement vers la fin de l'Oligocène en forme de presqu'île, d'île ou d'îlots les mers et lacs environnants, tout comme elle domine aujourd'hui les plaines et bassins du pourtour. Elle represente un ensemble de grandes surfaces planes plus ou moins étendues, accidentées de petits bassins généralement d'origine tectonique, surmontées par des sommets isolés correspondants aux roches plus résistantes et découpées sur le bord, au Sud-Est en particulier, par des formes dont la jeunesse contraste avec le reste du relief.

Le sens de la pente générale est vers le Nord et le N. O. ; les rebords les plus hauts et les plus raides sont localisés vers le Sud et le Sud-Est. En outre, la présence de quelques appareils éruptifs contribuent à lui donner une aire qui contraste avec les régions voisines.

La Choumadia, ne possède aucune trace d'action glaciaire, exception faite pour les monts Galija et Kopaonik.

Pour ce qui est de la structure même, l'affleurement du noyau cristallin occupe, par rapport au reste de la région, une position un peu excentrique ; il n'est pas flanqué sur ses bords de calcaires durs de type karstique, qui sont largement développés à l'Ouest de Belgrade ; une formation plus tendre, plus complète le recouvre presque en entier. On pourrait sous certains rapports la comparer au Massif Central de la France.

Après la période d'activité tectonique du Tertiaire inférieur et moyen, la physionomie de la Choumadia est, au Pliocène, fixée dans ses traits principaux.

Isolée à l'Est et au Sud par des zones d'affaissement, rattachés à l'Ouest à la région dinarique voisine par une zone de terrains éruptifs, la Choumadia, vers le Nord seulement, n'a pas encore acquis son individualité définitive. Doucement inclinée dans cette direction, elle va constituer pendant quelque temps comme un élément de la vaste zone inondée par les lacs de Pannonie. Puis, isolée de ce côté aussi, et finalement asséchée, c'est vers le Nord que descendront les eaux de ses ruisseaux, de ses rivières, entraînées toutes sans exception vers le large ruban de la Save-Danube qui frange la base de ses derniers coteaux. Dans sa presque totalité, la Choumadia a subi les invasions des vastes mers intérieures (ou plus exactement les lacs, puisque les eaux avaient perdu leur salure) qui, après n'avoir fait qu'un, depuis les abords de Vienne jusqu'à la mer d'Aral actuelle, s'égrenèrent successivement par la suite en un chapelet de lacs communiquant plus ou moins entre eux : l'un d'eux, celui de Pannonie, eut une action érosive des plus importantes sur la Choumadia (1).

Par sa durée, son étendue et son caractère relativement récent, l'action d'érosion lacustre a contribué pour beaucoup à accentuer encore la physionomie originale de cette région, parmi celles qui l'environnent. Si jusqu'ici on n'avait pas méconnu cette action, on l'avait cru du moins beaucoup plus limitée, et l'on pensait que seules avaient été noyées les parties marginales, sillons de la Morava actuelle. C'est J. Cvijić, qui, le premier, synthétisant les observations faites en Macédoine par une généralisation hardie, a montré comment ce grand lac de l'époque pliocène avait recouvert la plus grande partie de la Serbie. Il communiquait au Sud par un ou deux passages avec un autre bassin d'eau douce, occupant l'emplacement actuel de la mer Egée et débordant loin vers le Nord.

Le niveau supérieur auquel incontestablement sont montées les eaux du lac, atteint 960 m. La Choumadia, à ce moment, devait être tout entière submergée, à l'exception de deux ou trois îlots. Ce débordement des eaux a assuré son unité. En réalité, l'effet de celui-là était double : il s'est traduit d'une part, par voie de dépôt, de comblement, et d'autre part, par voie d'abrasion littorale (2).

Une nouvelle couche de sédiments se dépose alors, recouvrant le

1. J. Cvijić, Jezerska Plastika Šumadije, *du Miocène supérieur au Pliocène supérieur.*
2. *Ibid.*

plus souvent les roches d'âge crétacé ou parfois celles du vieux socle. Masquant les reliefs et comblant les dépressions, elle a décidé en grande partie de la valeur économique de la Choumadia (1).

La variété même des éléments plus ou moins sableux, plus ou moins argileux, ou marneux, selon qu'ils ont été déposés dans des parties basses ou littorales, pendant les périodes de retrait du lac, l'alternance des couches à faibles intervalles, leur richesse en débris organiques, leur caractère généralement meuble, assurent au sol des qualités exceptionnelles de fécondité.

D'autre part, l'altitude relativement modérée du pays, la douceur des formes et des reliefs, le caractère peu intense de l'érosion actuelle, en ont permis le maintien sur un espace considérable encore, faisant obstacle à leur démantèlement.

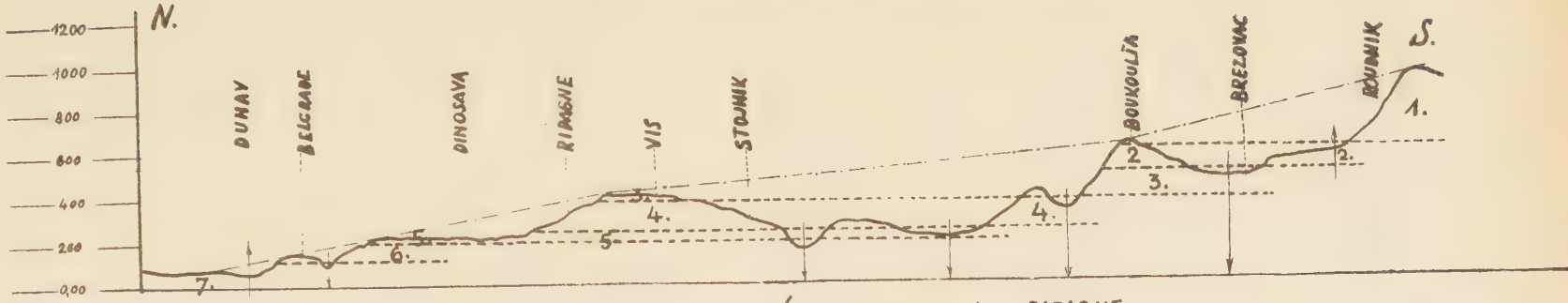
Un modelé nouveau se dessinait au fur et à mesure que se déposait cette nouvelle couverture sédimentaire. Une forme composée d'étages de plus en plus étalés, de plus en plus bas, à mesure que l'on s'éloigne vers le Nord et relativement bien conservés aujourd'hui encore, accidente l'ancienne surface à pente continue vers le Nord.

L'idée de cycles d'érosion successifs que pourrait éveiller, tout d'abord, cette répétition des aspects, cette dégradation de la pente, s'écarte d'elle-même à l'observation plus attentive de ce modelé. L'on reconnaît sans peine la constante association des formes (plaines, monts et beines littorales) qui caractérisent l'action lacustre : surface unie (plaine) à laquelle succède un talus plus ou moins raide (mont) suivi, en haut, par un plan dont l'inclinaison et le développement sont en rapport à la fois avec la nature de la roche et la durée du séjour du lac sur le bord. Le tracé sinueux des anciennes lignes des rivages coupant transversalement les vallées actuelles à un niveau constant, l'horizontalité de ces talus-terrasses, la nature des sédiments littoraux (les conglomérats, les fossiles), le rafraîchissement des contours usés, vieillis des proéminences du plateau, sont autant d'indications venant confirmer l'origine et la formation d'un modelé déjà signalé et étudié ailleurs, par d'autres géographes. C'est en effet, J. Cvijić à qui revient incontestablement le mérite d'avoir mis en valeur dans cette région toute l'importance de l'action lacustre. Il s'est inspiré des observations

1. J. Cvijić, *Jezerska Plastika Šumadije*, comptes rendus de l'Académie royale serbe, LXXIX. Belgrade, 1909.

Terrasses du lac Panonien

ÉCHELLE: POUR LONGUEUR 1: 800 000 - POUR HAUTEUR 1: 20 000.



LA TERRASSE LACUSTRE:
- 1. DE ROUDNIK, 4. DE RIPAGNE,
- 2. " BREZOVAC, 5. " PINOSAVA,
- 3. " KATCHER, 6. " BELGRADE
- 7. SEDIMENTS FLUVIAUX RÉCENTS

ING. URB. CH. DÉRVICHEVITCH

faites par lui notamment dans la Macédoine occidentale et s'appliquait à réagir contre l'extension, abusive selon lui, de l'hypothèse de la pénéplaine et des cycles d'érosion. Dans une étude lumineuse et fortement documentée, il s'est attaché à montrer comment la Choumadia actuelle était précisément un des plus beaux exemples de ce qu'il appelle le « relief lacustre » (1).

En ces confins méridionaux du grand lac Pannonien, les oscillations rythmiques et saisonnières du niveau des eaux devaient être d'autant plus sensibles que les fonds étaient moins profonds, la pente plus faible, les roches en général plus tendres. Le niveau devait être essentiellement instable et l'abrasion particulièrement intense. J. Cvijić a distingué six ou sept de ces groupes de formes rappelant les principales oscillations ayant amené la disparition progressive du lac.

Terrasses d'Abrasion.

D'après J. Cvijić, on constate huit séries de reliefs littoraux, c'est-à-dire de terrasses d'abrasions avec leurs rivages ou falaises, qui s'étendent successivement les unes au-dessus des autres. Ces dernières partent de l'altitude absolue de 110 m. à Belgrade et s'élèvent jusqu'à 960 m. au sud de la ville d'Užice.

Ce sont :

A. Plateforme (2) de Matchkat (Mačkat) au-dessus d'Užice environ 960 m. ;

B. Plateforme de Metaljka entre Užice et Kosjerić à 780 m. ;

C. Plateforme de Brezovac, d'après le village de Brezovice au-dessus de Venčac, au centre de la Choumadia, à environ 600 m. ;

D. Plateforme de Katchère (Kačer) d'après la région de Kačer à 410-420 m. ;

E. Plateforme de Ripanj, d'après le village de Ripanj (situé de 20 à 25 km. au Sud de Belgrade), de 310 m.-330 m. ;

F. Plateforme de Pinosava, d'après le village de Pinosava près de Belgrade, de 210 m.-240 m. ;

G. Plateforme de Belgrade, developpée sur la croupe entre Save

1. Gaston Gravier, La Choumadia. *Annales de Géographie*, 1921, nº 166, XXXe année.
2. J. Cvijić appelle la plate-forme « povrch » (površ).

et Danube ; la limite inférieure de cette terrasse d'abrasion est à la hauteur de 120 m. à 140 m. Au-dessous d'elle on remarque une rupture de pente qui correspond au rivage à la hauteur de 110 m. à 120 m., stade dit de Bulbudèr (1).

D'après les études détaillées qu'a fait J. Cvijic, on peut établir que ces sept ou huit plateformes ne sont autre chose que des terrasses d'abrasion de la mer ou des lacs pannoniens pliocènes qui se sont retirés en huit temps et ont marqué leur empreinte par des traits de reliefs littoraux.

Les caractères principaux de ces plateformes sont les suivants :

Elles sont séparées les unes des autres par des ruptures de pentes douces ou par des abrupts qui, en beaucoup d'endroits, ont la forme de falaises. Près de Belgrade, les rivages sont tranchés dans les calcaires crétacés ou dans les calcaires de la Leitha et du Sarmatien. Ils sont nettement indiqués. Sur les rivages se trouvent des cailloutis et des graviers littoraux ; en s'éloignant de la côte commencent les argiles, les marnes et les sables du Pontien.

Dans toute la région, les rivages et les falaises sont perpendiculaires au cours des rivières, donc sans aucune relation avec l'érosion fluviale de celles-ci.

Les terrasses d'abrasion sont souvent recouvertes de sédiments avec fossiles du Pontien.

C'est donc une région typique de relief fossile lacustre et marin (2).

Les formes correspondant aux niveaux les plus bas prennent au Nord tout leur développement. Le lac de la période de Belgrade n'a guère pu s'avancer dans l'intérieur de la Choumadia que par la dépression de la Basse Morava, et il n'a pas pénétré au Sud au delà du village Lapovo.

Dans l'intervalle, la ligne du rivage 410 m.-420 m. est la plus accusée ; elle indique un séjour prolongé du lac à ce niveau et en même temps elle marque le moment où le grand lac qui, jusque-là, s'était étendu sur toute la Choumadia, va se séparer en bassins intérieurs plus ou moins isolés. C'est le moment où, en Basse Choumadia, le rajeunissement va se faire sentir sur les hauteurs comme l'Avala, le Kosmaj, les Vis. Jus-

1. *C. R. Ac. Sc.* Relief littoral et plates-formes fluviales. Note de J. Cvijić, présentée par M. Pierre Termier, 1921.
2. J. Cvijić, Relief littoral et plates-formes fluviales. *C. R. Ac. Sc.* (1921).

que-là ou bien elles avaient été complètement noyées, ou bien constituées d'autant de bas-fonds sableux ; émergeant alors, elles sont battues par les vagues du lac et, vu la consistance des roches les constituant, il se forme de véritables terrasses lacustres qui se traduisent aujourd'hui dans la topographie par une soudaine rupture de pente qui prend l'allure d'une sorte de falaise.

En dépit de la proximité des niveaux de base, le modelé nouveau, dû à l'action lacustre, est à peine altéré aujourd'hui. Il constitue l'élément peut-être le plus caractéristique du relief choumadien. C'est que depuis, aucun mouvement de nature tectonique n'est venu en déranger le soubassement, en troubler l'économie générale. C'est que, d'autre part, l'action nouvelle et insignifiante des eaux courantes n'a pas eu jusqu'ici le temps de l'attaquer, de l'entamer profondément, au point de la rendre méconnaissable, voire même d'en atténuer les traits prédominants.

Les mouvements verticaux d'affaissement qui, peu à peu, creusaient vers le Nord la grande dépression de Voïvodine, n'eurent pas en effet de contre-coup directement sensible sur la Choumadia. Commencés entre le Crétacé et le deuxième étage méditerranéen, particulièrement actifs vers la fin du Pliocène, se poursuivant encore de nos jours (1), ils n'ont guère affecté que le rebord septentrional immédiat de la région choumadienne, plus spécialement la partie à l'Est de Belgrade.

Si la formation de cette vaste zone déprimée au Nord n'a entraîné pour la Choumadia que des dérangements marginaux très localisés et presque insignifiants, elle n'en a pas moins, cependant, une influence décisive sur l'évolution ultérieure de la région. Tout d'abord, elle lui a assuré vers le Nord une limite naturelle analogue à celles qu'elle possédait déjà sur les autres côtés, avec cette différence toutefois, que la zone d'affaissement était incomparablement plus vaste et que l'apparition sur sa bordure du sillon large et profond Save-Danube allait encore souligner davantage l'isolement, l'individualisation de la Choumadia et même de Belgrade.

Suivi de la disparition rapide du grand lac, cet affaissement a permis, d'autre part, l'assèchement presque total de la Choumadia, et, par suite, le développement normal de son système de rivières.

1. J. Cvijić, *Jezerska Plastika Šumadije.*

Dès lors la Choumadia et tous les pays en bordure vont avoir un niveau de base, commun. Pour longtemps ce grand bassin va lui tenir lieu de mer : avec les eaux, les hommes seront invinciblement attirés vers le Nord, et il leur faudra un concours de circonstances tout particulier et un effort de volonté extraordinaire, pour résister à cet appel.

La Choumadia doit à sa position, à son isolement entre les zones déprimées du pourtour, ainsi qu'à la disposition même de son relief, d'avoir un système de vallées du type rayonnant.

Moins sensible que dans la Haute Choumadia, en basse Choumadia cette divergence des vallées, en rapport étroit avec l'existence de buttes isolées et de bassins périphériques, n'en subsiste pas moins. Telles sont : la Kurbešnica et le Veliki-Lug, affluents de la Jasenica ; Ralja, rivière de Totptchider, affluent de droite de la Kolubara.

Ce rayonnement, aussi bien que les dimensions mêmes de la région et la proximité des bassins extérieurs, n'ont pas permis en Choumadia le développement de grandes vallées : la plus longue (Jasenica) n'a que 70 km. Toutes n'ont guère une importance supérieure à celle d'affluents secondaires. Néanmoins, leur faible développement en longueur n'empêche pas qu'elles ne présentent une certaine complexité, car elles ne se sont pas formées en un seul moment, mais à mesure des retraits successifs de la nappe lacustre, et d'autre part la diversité des roches traversées, n'a pas été sans influencer, sinon la direction, du moins les dimensions mêmes de leur thalweg.

Ces vallées, étroites dans leur partie supérieure, s'ouvrent très vite dès qu'elles quittent la zone des roches dures plus résistantes pour entrer dans celles des couches tertiaires. Au fur et à mesure de la descente, la pente diminuant de plus en plus, les roches devenant plus friables, la vallée s'élargit, ses versants très bas reculent très loin. Cette partie basse de la vallée est d'origine fluvio-lacustre et elle prend l'aspect d'une sorte de golfe, d'un bras de lac hier encore occupé par les eaux.

Ces vallées enfin, toutes très jeunes, en dépit de leurs formes évasées, n'ont pas réussi encore à découper, à rajeunir l'ancienne surface, à altérer le relief et la physionomie du pays après son assèchement. Elles ne sont pas parvenues non plus à exercer une action d'appel capable de démanteler l'épaisse et riche couverture déposée par les eaux pendant un long séjour sur les pays. L'action de ravinement

ne fait ici encore que s'annoncer et tout au plus est-elle sensible, sur le bord immédiat de la région.

L'ancien relief littoral est bien développé et conservé à la limite méridionale du Bassin Pannonien. La régression des mers néogènes n'a été suivie d'aucune transgression ; les mouvements tectoniques récents, ni les glaciers quaternaires n'ont pu déformer sensiblement le relief littoral ancien.

Le Bassin Pannonien s'est formé par les brisures tectoniques qui se seraient produites, selon toute vraisemblance, entre la période crétacée et le I^{er} méditerranéen. Mais les processus tectoniques ont continué leurs évolutions : les couches pliocènes de la Choumadia prennent une grande extension et elles sont à un niveau supérieur aux couches sarmatienne et méditerranéenne ; on constate de minces couches disloquées du méditerranéen, du sarmatien et même de pontien, qui s'allongent depuis la forteresse de Belgrade jusqu'au Grocko en descendant sur le Danube, autour de Karabourma, Vichnitza (Višnjica) et Ritopek.

Ces couches lacustres qui recouvrent les plates-formes d'abrasion de la Choumadia, pratiquement horizontales à l'intérieur du pays, plongent brusquement sous la plaine alluviale du bassin pannonien en faisant falaise au-dessus du Danube et de la Save. D'après les sondages qu'on a fait, on a pu constater leur présence à 30 m. au-dessous du niveau des cailloux fluviaux. Et, sans doute, les plates-formes centrales du lac pontien et levantin doivent être encore plus profondes.

On observe de minces zones disloquées entre les couches du Pliocène supérieur et l'alluvion récente, mais elles sont limitées sur les rivages et le fond du lac pannonien. Les couches sarmatiennes et pontiennes du même niveau dans la Choumadia ne sont pas disloquées, sauf dans quelques endroits très localisés. En accord avec ça, les lignes littorales de chaque phase lacustre se maintiennent presque au même niveau et ne sont donc presque pas disloquées.

La plate-forme de Belgrade (1).

Les études détaillées qu'a fait J. Cvijić dans son ouvrage : *Le modelé lacustre de la Choumadia* (Jezerska Plastika Šumadije) établissent, comme on a vu dans le précédent exposé, sept ou huit plates-formes, qui ne sont autre chose, que des terrasses d'abrasion de la mer ou des lacs pannoniens, mentionnés sous le nom « povrch ». J. Cvijić attribue à cette expression, l'abrasion du littoral du lac néogène ou des plates-formes d'érosion, expression spéciale, qu'il est assez difficile de traduire en l'appelant « la pénéplaine ». Nous considérons que le mot plate-forme répond mieux au terme de « povrchs », dans les études qu'a faites J. Cvijić.

C'est la huitième et la plus inférieure des plates-formes — Plate-forme (povrch) de Belgrade — qui nous intéresse particulièrement par

1. J. Cvijić, a nommé plate-forme « povrch », c'est-à-dire couverture, surface plane, pénéplaine.

A propos du mot « pénéplaine » J. Cvijić attribue à l'abrasion littorale du lac néogène la plupart des plates-formes d'érosion du Sud-Est de l'Europe.

Cette notion du mot « pénéplaine » a été critiquée par plusieurs géographes et géologues, Emm. de Martonne, dans son ouvrage : *Traité de Géographie physique*. Paris, 1929, a dit à propos du mot pénéplaine : « l'allusion à une plaine évoque l'idée d'accumulation, alors qu'il s'agit d'une surface d'érosion ».

La réalité de la formation des pénéplaines est cependant attestée par des faits géologiques que A. de Lapparent a très justement mis en évidence. A la base de dépôts marins qui recouvrent en Europe la surface des anciennes montagnes nivelées, on trouve presque partout des dépôts continentaux, indiquant que le nivellement est antérieur à l'invasion marine et ne peut être, par conséquent, dû qu'au modelé d'érosion normale.

Depuis plus d'un quart de siècle, le mot de pénéplaine est entré dans l'usage et beaucoup de bons esprits hésiteraient de l'abandonner.

Il importe de bien marquer la valeur théorique de la notion de pénéplaine. Le profil d'équilibre parfait est très rarement réalisé : c'est la courbe limite vers laquelle tendent les profils des cours d'eau, et nous avons signalé l'intérêt de l'étude de toutes les anomalies. De même la pénéplaine est une surface limite, vers laquelle, tend la surface topographique sous l'influence de l'ensemble des forces travaillant au modelé d'érosion normale. Les inégalités constatées ne sont pas moins intéressantes.

Un des cas les plus communs est la présence de reliefs dominant la surface nivelée, tels qu'on en voit dans beaucoup de régions passant pour des exemples de plénéplaines, comme l'Ardenne, le Limousin, le Massif Bohémien, les Highlands d'Écosse et de la Nouvelle-Angleterre. Ces buttes parfois assez abruptes, mais se raccordant avec la plate-forme par des pentes plus douces, sont presque toujours formées de roches dures qui ont pu résister à l'érosion plus longtemps (Emm. de Martonne, *Traité de Géographie physique*. Paris, 1929, p. 604-605).

son évolution. Elle a donné le relief sur lequel est batie à la ville et a été d'une grande importance pour cette région que nous devons examiner.

La plate-forme de Belgrade est bien limitée du côté Nord par la Save et le Danube, mais, du côté Sud, on ne peut pas distinguer la limite comme nous le désirons. En effet elle ne représente pas une région morphologique indépendante, car on ne peut pas la séparer de la Choumadia avec qui elle est bien liée en formant une unité.

C'est J. Cvijić qui a constaté que dans la région de Belgrade on peut voir quatre plates-formes successives principales. Cependant la dernière plate-forme, c'est-à-dire celle de Belgrade, laisse apparaître encore une plate-forme secondaire correspondant au stade de Boulboudère ou stade de golf. La plate-forme la plus haute aux environs de Belgrade est celle de Katchère (Kačer). Celle-ci est observable seulement sur les hauteurs les plus élevées. Un peu en contrebas de cette dernière se trouve la plate-forme de Ripanj. Sa ligne littorale est au niveau de 310-330 m. Ensuite vient la plate-forme de Pinasava à une altitude de 210-245 m. ; et enfin la plate-forme de Belgrade de 140-160 m. et le stade Boulboudère 110-120 m.

En plus de ceux définis par J. Cvijić, P. S. Jovanović a pu constater encore des stades nouveaux. Dans la phase de Ripanj, le stade correspond à peu près au niveau de 260 m. ; un autre stade de la phase de Pinosava se trouverait au niveau de 195 m. ; enfin le stade, dit de Térazije se situe au niveau de 130 m. (c'est à ce niveau que se rapporte la principale artère de Belgrade).

Le lac à faciès de Belgrade n'était qu'un large golfe du bassin pannonien s'étendant jusqu'au Torlak à côté du village Banjica. La ligne de cette plate-forme est bien visible au-dessus du Mehana de Banjica, au-dessus des villas de Topchider (Topčider) et sur les rives gauches des ruisseaux de Mokri-Lug et Banjica. Egalement, on le voit au-dessus du Vratchar et il monte vers le village V. Mokrilug. La ligne littorale du faciès de Belgrade n'est pas horizontale mais légèrement inclinée du Sud au Nord. Son altitude est à peu près de 140-160 m. et sa plate-forme descend jusqu'à 120 m., et se termine par la falaise où se trouve la forteresse de Kalemegdam. Dans la partie la plus basse de la plate-forme de Belgrade, le Danube a creusé son lit, en la submergeant à sa droite et formant la falaise.

La plate-forme de Belgrade à côté de la Save se présente en une zone mince, depuis l'embouchure du fleuve Topchidère jusqu'au village

Zarkovo, et à côté du Danube elle se poursuit du village Veliko-Selo vers Ritopek et Grocko et même plus loin. Cette ligne littorale a l'aspect d'une falaise (1).

Dans Belgrade même, le faciès est très bien développé avec tous ses stades. Mais il est très difficile d'étudier tous les éléments d'abrasion, le terrain étant complètement recouvert par les bâtiments et par d'autres travaux techniques et il est impossible de constater les véritables formes naturelles.

Dans la plate-forme de Belgrade, il y a aussi les lignes secondaires, car le niveau du lac à faciès de Belgrade pendant les différentes phases de son abaissement est resté à plusieurs endroits stationnaire à certains niveaux. Ces lignes ont été observées par J. Cvijić à la ville même, à côté de la place Slavia et au-dessus de la rue Krunska. Ce niveau s'appelle le stade Boulboudère. D'après les traces du relief qui correspondent à ce stade, on peut conclure, qu'il s'est développé sur d'autres points notamment sur les falaises de la Save et du Danube.

Sur la falaise danubienne, la terrasse du Boulboudère est facile à observer : en premier lieu, on la voit sous les murs de la forteresse à Mali (petit) Kalemegdan ; elle est bien marquée dans la falaise jusqu'à Karaburma et surtout sur la pointe de Karaburma. De Moli Kalemegdan, où elle est bien marquée dans le calcaire Leitha, elle suit les rues Skadarska et Dalmatinska et passe à côté du cimetière juif à Karaburma.

Sur la falaise de la Save, on peut la retrouver également, sauf sur Veliki (grand) Kalemegdan, car la Save a tellement modifié sa rive droite, qu'elle coïncide avec la ligne de ce stade. Elle est bien marquée à côté du Toplitchin Venac (à côté de l'église orthodoxe), passe ensuite à côté de la rue Kosmajska et Bosanska, continue par la rue Kraljica (La Reine) Natalia et passe parallèlement au Bd. Miloch Veliki (le Grand Miloch) jusqu'à la vallée de Mokri-Lug. Sur la falaise de la Save et du Danube, la ligne littorale du stade Boulboudère se trouve à peu près sur la cote 105-110 m.

La crête de Belgrade qui se trouve au-dessus de la ligne du stade Boulboudère, a été considérée par J. Cvijitch comme une partie de la plate-forme de Belgrade, et, pourtant, on peut bien constater encore

1. Cvijić, *Jezerska Plastika Šumadije*. Belgrade, 1909.

deux niveaux du stade de Belgrade le premier, qui va de la forteresse jusqu'au Tachmaïdan (dans la rue Aleksandrova) et le second se développe de Tachmaïdan vers le Sud. Ce dernier niveau présente un nouveau stade, qui a été appelé : « stade de Terazije » par P. S. Jovanovitch, il est bien visible dans le calcaire Leitha à la cote de 125 m.

De Tachmaïdan vers la Save, la ligne du stade de Terazije passe par la crête de Belgrade, par la rue Aleksandrova, Krunska, Makenzijeva, passe autour de l'Observatoire et va dans la vallée de Mokri-Lug.

Tachmaïdan formait pendant ce stade une île dans le lac qui se trouve entre le golfe Mokri-Lug et Boulboudère.

Toute la crête de Belgrade, depuis la forteresse jusqu'à la ligne de Tachmaïdan-Mokri-Lug, répond à ce stade côtier. Cette ligne est bien marquée, car au-dessous du lœss se trouve l'argile pliocène, qu'on a trouvée récemment à l'angle des rues Kolarcheva et Mihajlova. Sur la rive danubienne, cette ligne est mieux conservée au champ de course (Trkalište) et à côté du cimetière.

La seconde ligne qui se trouve au-dessus du stade du Terazije est bien visible à Tchouboura (Čubura).

Il faut bien noter qu'au point de vue morphologique, dans les vallées Tchouboura et Boulboudère les terrasses horizontales sont intéressantes. Dans la vallée Tchouboura le ruisseau n'ayant pu creuser la terrasse correspondante au stade Pinosava, a élargi sa vallée. En descendant cette vallée on constate que le lit du ruisseau s'enfonce de plus en plus dans la terrasse. De cette constatation, on voit clairement que les terrasses semblables à celle de Tchouboura sont un élément morphologique totalement étranger à l'activité de ces ruisseaux, fondamentalement différent des terrasses fluviales, qui sont en principe, inclinées comme le fleuve (1). C'est encore une preuve, que cette vallée n'est en réalité qu'un golfe du lac pannonien (page 000 et suiv.), dans laquelle, après le retrait du lac, s'est installé le ruisseau. Ce qui est très curieux, c'est que dans la vallée de Tchouboura, on peut constater que cette terrasse de Pinosava a été formée dans une vallée préexistante que le lac a transformée en un golfe. On peut en conclure, que cette vallée est plus ancienne que le lac et date de l'époque prépontienne.

1. P. S. Jovanović, *Pribrežni Jezerski Reljef*. Belgrade, 1922.

Au-dessus du Veliki Vratchar, au niveau de 220 m., on trouve une ligne littorale appartenant à la plate-forme de Pinosava.

D'après ce court exposé on peut conclure qu'avant la transgression du lac pontien, l'endroit où se trouve Belgrade maintenant, devait être une presqu'île s'avançant vers le Nord, et que le lac s'est retiré dans cette direction. Des deux côtés de la crête de la presqu'île, se trouvent deux vallées. Le lac a pénétré dans ces vallées en y abandonnant des sédiments, qu'on peut trouver toujours, contenant une faune de cypridines, planorbis et limnéas, qui sont classés comme le pontien (1). M. Pavlović, cite aussi, qu'à côté de la maison d'aliénés, se trouve au-dessus du calcaire albien, le Sarmatien, ensuite les marnes blanche et enfin l'argile pontienne. De cette constatation on peut conclure que les plates-formes dans Belgrade sont d'origine pontienne. Par contre, d'après la situation et les caractéristiques morphologiques, les plates-formes de Belgrade pourraient être considérées comme étant du Pliocène inférieur. Mais les couches de cet étage n'ont pas été découvertes jusqu'à présent.

Le relief côtier est formé de petites bosses qui ont été bien modifiées et en partie détruites par des dénudations intenses, car, formées de matériaux assez résistants, elles reposaient sur des matériaux mous.

Les quatre plates-formes de Belgrade et de ses environs ainsi que les plates-formes correspondant aux stades de Boulboudère et Terazije sont lègèrement inclinées du Sud au Nord, et leurs niveaux altimétriques baissent dans cette direction. C'est tout à fait naturel, car elles faisaient partie du bassin pannonien pliocène. En dehors de la région de Belgrade ces plates-formes ont une autre inclinaison. La dernière plate-forme, celles du faciès de Belgrade, finit vers la Save et le Danube. Le Danube et la Save sont déplacés à droite, submergeant et détruisant les escarpements tectoniques, de telle façon que sur leurs rives droites, ils ont déposé le grand sédiment alluvial formant la terre-plaine de Nakich (nakiš) et de Veliko Selo.

Les dislocations tectoniques danubiennes sont plus récentes que la plate-forme de Belgrade. Entre le village Vichnitza (Visnjica) et celui de Ritopek, la plate-forme de Belgrade descend vers le Danube en falaise. Il y a tout lieu de croire que cette falaise est antérieure au Danube, qui, venu tardivement se buter contre elle et s'écoulant

1. J. M. Žujović, *La géologie de la Serbie.*

en méandres dans les anciennes alluvions, n'aurait pas pu la former. Cette falaise serait due à une des grandes failles par lesquelles une partie de la plate-forme de Belgrade se serait affaissée. Ces dislocations sont nettement visibles, en outre, les couches vindoboniennes sont inclinées presque à la verticale ainsi que les couches pontiennes. Par conséquent, la dislocation danubienne se serait faite à la fin du pliocène ou au quaternaire.

Les vallées aux environs de Belgrade.

Les fleuves des régions de Belgrade sont des fleuves conséquents s'écoulant vers le Nord. Ils ont progressé du Sud au Nord en fonction de l'abaissement du niveau du lac pliocène, et c'est pour cette rasion, que certaines parties de la même vallée sont en liaison avec les faciès lacustres des stades Boulboudère et Terazije. Certaines parties des fleuves comme des vallées sont de différents âges, plus elles s'éloignent du bassin pannonien vers le Sud plus elles sont anciennes. En même temps, elles sont les témoignages de plusieurs plates-formes de la phase lacustre. Le nombre des terrasses augmente en remontant dans le fleuve et les plus anciennes et les plus hautes se trouvent dans le cours supérieur, sauf si elles n'ont pas été formées par érosion régressive.

Les vallées des environs de Belgrade se distinguent par leur largeur. Les cours d'eau insignifiants se perdent dans l'immensité de ces vallées, et certainement, ces dernières n'ont pas été creusées par les petits ruisseaux intermittents qui les drainent actuellement. Parmi ces larges vallées, on peut mentionner celles de Ptchelarnik et Toptchidère, celles de Boletchitza, Beli-Potok, Boletch, Mirievo et Slanci.

A peu près tous les fleuves et les ruisseaux des environs de Belgrade, se sont formés après le retrait des lacs du bassin Pannonien. Cette hypothèse explique le contraste, entre les cours d'eau insignifiants et très souvent périodiques et les larges vallées et plaines, dans lesquelles ils coulent.

En montant dans la vallée de Toptchidère, on peut distinguer les phases successives de l'évolution des lacs qui ont pénétré dans la vallée par le golfe. Il est par conséquent très difficile de résoudre le pro-

blème du tracé des lignes de rivage, des différentes phases du lac et celui de la démarcation des terrasses fluviales, qui répondent exactement à leur délimitation respective (1).

La vallée de Mokri-Lug était pendant la phase de Belgrade un large et long golfe. En première approximation les terrasses de cette vallée pouvaient être considérées comme des terrasses fluviales, parce qu'elles sont assez étroites. Cependant, le cours d'eau n'occupe pas toute la largeur de la vallée, étant réduit à un filet relativement mince. Aussi, sur cette terrasse on a pu retrouver des deux côtés de la vallée les couches molles de grès blanc et de l'argile pliocène, respectés par l'érosion. Il semble donc que l'enlèvement des couches molles pliocènes ait été effectué par l'érosion lacustre. La véritable vallée fluviale ne s'est installée, avec formation de terrasses correspondantes, qu'au stade de Boulboudère (2).

La vallée de Toptchidère pendant le stade de Ripanj (260 m.) était un golfe assez long. Ce n'est qu'après l'abaissement du niveau du lac que la vallée actuelle a commencé à se former. Cependant, dans cette vallée on peut trouver des traces d'une ancienne vallée fluviale antérieure au stade Ripanj. P. S. Jovanovitch admet que, pendant l'abaissement de 20 m. du niveau du lac correspondant au stade de Terazije, l'embouchure de la vallée de Toptchidère n'a pas bougé, car les lignes littorales des stades de Belgrade et de Terazije se confondent. Dans cette vallée on peut facilement constater la trace du stade de Terazije.

Après l'abaissement du lac pannonien au stade de Boulboudère, le niveau de base du fleuve de Toptchidère est descendue de 30 m. dans la plaine pannonienne ou dans la Save déjà formée (3), la largeur de la vallée s'est accrue de 2,5 km. en aval (4).

La vallée Boletchitza est avant tout une large plaine de la phase Pinosava. L'érosion fluviale a commencé dans la plate-forme de Pinosava et elle a formé une terrasse, qui se prolonge dans la ligne côtière du lac résiduel de Belopotou. Celui-ci, s'est écoulé dans le lac pliocène de

1. J. Cvijić, *Jezerska Plastika Šumadije*. Belgrade, 1909.
2. P. S. Jovanović, *Pribrežni Jezerski Reljef*. Belgrade, 1922 (thèse).
3. Il est intéressant de noter que d'après V. Laskarev, la Save n'est venue confluer avec le Danube à Belgrade qu'à l'époque comprise entre la formation du premier et du deuxième lœss. Nous allons revenir sur ce sujet dans la suite.
4. *Ibid.*

la phase de Belgrade, par le méandre de Boletchitza (Bolečica). Et, actuellement, la plaine est en partie bien conservée autour de Ritopek et Grocko.

Il existe sur les rives droites du Danube et de la Save des environs de Belgrade, encore quelques ruisseaux sans grande importance, tels que Koumodraže, Réka, Rrvenica, etc....

La falaise littorale de la Save est constituée par des couches sarmatiennes horizontales, formées surtout de calcaire sarmatien, discordantes sur les roches crétacées ou sur le flysch. Un ruisseau, Reka, a creusé une vallée profonde dans le calcaire et le flysch. Le Reka ne se jette pas dans la Save, mais il se perd dans la plaine de Makich (Makis). A cet endroit l'évolution de la vallée était assez difficile à déterminer, parce que c'est une région karstique.

Cette région karstique des calcaires sarmatiens se distingue par une morphologie spéciale : dolines, vallons, cuvettes alluviales, cours d'eau souterrains. On y retrouve donc toutes les formes caractéristiques du karst, sauf les poljès et les grottes karstiques.

Les cuvettes sont généralement en forme d'entonnoir. Les eaux circulant dans le calcaire sarmatien amènent une grande quantité d'argile et de débris d'argile sablonneuse, sarmatienne et pontienne et déposent ces sédiments désagrégés sur le même calcaire sous forme d'alluvions d'une assez grande épaisseur. Les eaux du ruissellement attirées par les gouffres du calcaire sous-jacent, s'infiltrent dans ces alluvions en y formant des petites cuvettes plus ou moins comblées, mais dont un orifice les met en communication avec les gouffres du calcaire sarmatien. Dans ces mêmes cuvettes, l'eau atmosphérique stagne souvent et assez longtemps : ce sont les flaques d'eau du Karst de la région de Belgrade. D'autres, formées dans le calcaire même, et souvent comblées par de l'argile. Dans les plus profondes cuvettes de ce genre, apparaissent des « lacs » formés par des sources ou chutes d'eau superficielles. Le calcaire sarmatien est d'une faible épaisseur et les sources se trouvent à la limite du calcaire et du flysch sous-jacent. Si le fond de la cuvette se trouve à proximité du flysch, elles est toujours pleine.

Le karst de Belgrade s'est formé à la fin du Pliocène sur les plates-formes lacustres après le retrait du lac.

Les terrasses côtières (au bord d'un mont) sont probablement for-

mées par les vagues et les courants d'eau chargés de cailloux et de sable, elles ont donc pour origine l'érosion lacustre.

Dans les lacs actuels le talus du mont aboutit à un fond plat assez large qu'on appelle la plaine centrale. Cette plaine s'est formée par accumulation des sédiments fins du lac, qui ont comblé les creux du fond du lac. L'activité du lac dans le domaine de la plaine centrale est donc constructive ou accumulatrice. Cependant, en s'appuyant sur tous les détails étudiés, on peut admettre que la formation des plate-formes aux environs de Belgrade, n'est pas en relation avec les processus normaux des plaines centrales des lacs actuels. Les principales divergences entre les reliefs des plate-formes autour de Belgrade et les reliefs des plaines centrales des lacs actuels, sont, que certaines de leurs parties ne sont pas le résultat de forces constructives ou accumulatrices. Elles ont été jadis complètement couvertes par de l'argile pliocène et des sables fins. Mais après le retrait du lac, ces terrains de couverture meubles ont été enlevés par l'érosion et la plate-forme, telle qu'elle se présente actuellement, a été dégagée.

D'après J. Cvijić, les plates-formes des environs de Belgrade ne sont pas dues aux forces constructives ou accumulatrices, mais elles ont été antérieurement taillées en abrupte dans diverses roches, et c'est sur elles qu'ont été déposés les sédiments pliocènes lacustres (1).

Sous la forme d'accumulation se trouve enterrée une forme d'érosion.

Le nivellement du relief d'érosion de la plate-forme peut s'expliquer de la façon suivante : la surface du terrain qui était recouverte par le lac pontien était mûre mais non sénile, car cette immense plaine d'érosion prépontienne était constituée par des niveaux différents. Peut-être cette surface d'érosion était-elle en partie nivelée par les vagues du lac pontien, car la transgression dans la Choumadia, ne s'est faite que graduellement et à plusieurs reprises en inondant certaines parties de la vieille surface mûre prépontienne. Par ce processus, cette ancienne surface d'érosion était bien nivelée, s'est trouvée homogénisée avec la plaine centrale d'accumulation lacustre (2).

1. Cvijić, *Jezerska Plastika Šumadije.*
2. J. Cvijić, *Jezerska Plastika Šumadije.* Belgrade, 1909.

Géologie détaillée de la région de Belgrade.

On a vu dans notre précédente étude, que Belgrade proprement dit ne s'étend plus que sur le coteau de 120 à 150 m. d'altitude et sur ses pentes plus ou moins raides, descendant jusqu'à la Save et le Danube, emplacement qu'elle a occupé pendant longtemps dans son histoire. Mais depuis la guerre de 1914-18, Belgrade, très développée, est devenue la capitale de la Yougoslavie, englobant une grande partie de la vaste plaine pannonienne au delà de la Save et du Danube.

Belgrade comme capitale a subi la même évolution que la Yougoslavie et englobe aujourd'hui la ville de Zemun (Semlin) au delà de la Save, y compris ses parties rayonnantes et une partie de la plaine de la rive gauche du Danube, y compris la ville de Pantchevo (Pančevo).

Belgrade qui est située en sa grande partie sur une colline dans la Serbie du Nord, restera comme centre de gravitation de la future ville qui, en ce moment, se développe au delà de la Save et du Danube. Donc, pour comprendre mieux la constitution géologique de Belgrade il faut l'étudier de deux points de vue différents. D'une part, la partie Sud et d'autre part la partie Nord. La partie Sud est principalement constituée par des formations crétacées, ainsi que des formations tertiaires supérieures et quaternaires. La partie Nord est constituée par des formations alluviales, des sédiments fluviaux et des lœss.

La région de Belgrade, au point de vue géologique, a été bien étudiée par plusieurs savants yougoslaves, mais cette étude est restée toujours incomplète.

Cet exposé ne sera autre chose qu'un petit résumé tiré de ces études déjà faites par de grands savants yougoslaves plus compétents, et servira pour nous comme base pour les études suivantes : les « Zonings géologiques » (1) et les coupes géologiques.

Tout d'abord, nous avons établi un tableau stratigraphique de la géologie de Belgrade, et qui sera notre plate-forme pour les études suivantes. Pour l'établissement de ce tableau nous nous sommes fondés sur les travaux de M. V. Laskarev (quaternaire et tertiaire), V. L. Pet-

1. Le terme nouveau de zoning géologique introduit dans cet ouvrage signifie : « la délimitation de zone sur la base de leurs caractéristiques géologiques (composition du sol, résistance aux pressions, etc.) en liaison avec les diverses nécessités urbaines ».

kovitch (crétacé) et J. M. Zujevitch (roches magmatiques). Nous avons complété les données de ces auteurs par quelques détails et nous les avons réunis sous la forme telle qu'elle figure dans cet ouvrage (voir p. 60). Il faut noter que la stratigraphie de la région est extrêmement compliquée. En tout cas, nous donnons un tableau stratigraphique qui naturellement ne peut pas être tout à fait complet, mais nous voulons mettre en relief certaines parties qui nous intéressent particulièrement. Ce sont les nappes d'eau souterraines hypothétiques des différentes couches et l'épaisseur approximative de ces couches.

L'ère quaternaire.

« L'ère quaternaire par rapport aux autres époques nous a donné deux grands faits nouveaux ; tout d'abord, l'apparition de l'homme et ensuite le développement de grands glaciers. La formation des glaciers n'a pas été due à des causes purement locales, car elle s'est produite généralement sur tout le globe. Elle ne peut donc être expliquée que par un refroidissement général et simultané de deux hémisphères qui ont abaissé partout la limite des neiges éternelles » (1).

Le développement des glaciers ne s'est pas produit en une seule fois, il y a eu plusieurs périodes glaciaires froides, séparées par des périodes interglaciaires, au cours desquelles le climat était redevenu plus chaud qu'il ne l'est actuellement.

Parmi les terrains qui constituent les environs de Belgrade, il en est qui sont des formations anciennes décapées par l'érosion et d'autres des formes qui représentent des accumulations récentes de sédiments fluviaux. Les plaines alluviales ne sont autre chose que le remblaiement de la vallée par les fleuves. Elles ont une surface presque horizontale, en faible pente vers l'aval, dont la largeur est définie par l'éloignement des versants rocheux. Elles se sont édifiées au cours des divagations successives du fleuve, divagations qui l'ont amené à couler successivement en tous les points de la plaine alluviale.

A certaines époques, ce remblaiement a cessé pour des causes que nous ignorons (soulèvement du sol, abaissement du niveau de base auquel aboutit le fleuve, modification de son régime, etc.) ; alors

1. M. Gignoux, *Géologie stratigraphique*. Paris, 1926.

LA CARTE - GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE BELGRADE

ÉCHELLE 1:25 000

LÉGENDE

CETTE CARTE EST COPIÉE DE LA CARTE PUBLIÉE PAR L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ À BELGRADE ET COMPLETÉE PAR CELLE DES ENVIRONS DE ZEMUN ET DE PANČEVO.

QUATERNAIRE:

- LÖESS ET TCHERNOZIOME
- COUCHET À CORBICULA FLUMINALIS MÜLL. DANS LES PUITS DE MARS (NIVEAU PRÉALLUVIAL).
- SÉDIMENTS DES TERRASSES FLUVIALES DE 100, 140 ET 185 m (SABLES ET GRAVIERS).
- SÉDIMENTS FLUVIAUX RÉCENTS.

TERTIAIRE:

- PLIOCÈNE — SUPÉRIEUR — PANN. — COUCHES DE BELGRADE (DÉPÔTS DE MARAIS, TERRASSES DE BELGRADE, LIMAN) (35 - 160 m).
- PLIOCÈNE — SUPÉRIEUR — PONT. — ARGILES À CONGERIA RHOMBOIDEA NOSR. (L'ÉTAGE PONTIEN). COUCH. SUP. À CONGERIA
- PLIOCÈNE — MOYEN VINDOBONIEN — COUCHES INF. À CONGERIA (CAILLOUX SABLES).
- COUCHES DU SARMATIEN INF. (CALCAIRES, ARGILES)
- CALCAIRES À LITHOTHAMNIA, SABLES, ARGILES.
- CALCAIRES RÉCIFÉRES À LITHOTAMNIA. CORNUX.
- ARGILES À ATURIA ATURI ET À PLEURIOTOMA.
- OLIGOCÈNE — COUCHES DE SOTZKA (OLIGOCÈNE SUP) ARGILES SCHISTEUSES, GRÈS AVEC DES TRACES DE CHARBON

CRÉTACÉ:

- SUP. — GRÈS, ARGILES SCHISTEUSES (COUCHES DE GOSAU).
- ALBIEN (GOUT) GRÈS ET CALCAIRES, FERRUGINEUX, GRÈS VERT GRIS.
- APTIEN (GRÈS ET ARGILES SCHISTEUSES).
- CALCAIRES RÉCIFÉRES DU FACIÈS URGONIEN
- CALCAIRES, MARNES, MICROFAUNE DE L'ÉTAGE INF. (VILLEGINIEN, HAUTERIVIEN, BARRÉMIEN INF.).
- GRÈS ET ARGILES SCHISTEUSES DU FACIÈS DE FLYSCH DU CRÉTACÉ INF. (VILLEGINIEN).

ROCHES MAGMATIQUES:

- FILONS ÉRUPTIVES (LAMPROPHYRES, BASALTHES, PICRODIABANTES ET ANDÉSITES).
- PHONOLITE.
- SERPENTINE.

SIGNES:

- INCLINAISON DE COUCHES.
- LES PUITS DES SONDAGES.
- L'EAU STAGNANT
- $P_4 S_4 S_3 S_2 V_4 O_3 A_4 C_4 F_3 M_4$: LES COUCHES SUR LES SURFACES
- $P_4 S_4 S_3 V_2 O_3 C_2 F_3 M_4$: LES COUCHES SOUS LA TERRE CULTIVABLE.

COPIÉ ET COMPLÉTÉ PAR MM. LES CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES.

le fleuve a recommencé à creuser son lit en s'encaissant dans les alluvions antérieurement déposées (2). La surface de celles-ci, dominant le nouveau cours du feuve, a formé une terrasse. Cette procédure s'est répétée plusieurs fois dans leur évolution, et nous pouvons constater plusieurs terrasses fluviales. L'altitude la plus basse se trouve actuellement au confluent de la Save dans le Danube à 71 m., tandis que sur le plateau (terrasse) de Zemun le niveau est à 100 m. et au pied de ce plateau la cote est de 75 m. ; sur la rive droite de la Save à Kalemegdan, la cote est de 125,6 m. Donc nous sommes en présence des niveaux suivants : 70-75, 100 et 125. Les terrasses sont surtout visibles et bien conservées dans la vallée de Toptchidère à côté du village Resnik. Elles sont composées de sables et de cailloux. Ces terrasses sont de 100, 110 et 125 m. Les sédiments fluviaux dans les plaines de la Save et du Danube atteignent d'après les sondages 25-30 m. et même davantage.

Les rives droites de la Save et du Danube sont beaucoup plus élevées que les rives gauches. Cette différence du niveau est due au fait tectonique. Le relief occasionné par les plis et les failles de ces rives droites a été modelé par l'érosion lacustre et plus tard par l'érosion fluviale.

En étudiant le lœss du plateau de Belgrade haut de 120-140 m., on constate que ce plateau est couvert par les lœss I et II (et en quelques endroits III) qui s'étendent vers l'Ouest, vers la vallée de la Save jusqu'à l'isohypse de 100 m. Par contre, le versant droit abrupt de la vallée de la Save est privé de lœss et couvert par des produits diluviaux. Les lœss qui couvrent les rives droite et gauche de la Save sont tout à fait identiques au lœss de Zemun. Il nous semble que la supposition que la Save avait une autre issue vers le Danube (surtout aux époques de la formation du lœss I et II) et notamment par la rivière de Bosut, qui traverse le plateau de Srem par la vallée l'Ervenica près de la ville de Vinkovci et atteint le fleuve de Vuka qui l'amène au Danube, correspond mieux aux conditions géologiques. La vallée de l'Ervenica, à présent presque abandonnée, est un vrai témoin de l'ancien réseau hydrographique.

Le Danube même a changé son cours à l'époque de la formation du lœss. Passant, à cette époque, un peu plus au Nord du plateau de

2. *Ibid.*

TABLEAU STRATIGRAPHIQUE

QUATERNAIRE		POSTGLACIAIRE			
		4. GLACIAIRE (Wurm.)			
		III. INTERGLACIAIRE			
		3. GLACIAIRE (Riss.)			
		II. INTERGLACIAIRE			COUCHES A CORBICULA FLUMINALIS
		2. GLACIAIRE (Mindel)			
		I. INTERGLACIAIRE			
		1. GLACIAIRE (Günz)			
TERTIAIRE	PLIOCÈNE	SUPÉRIEUR	—	—	COUCHES DE BELGRADE
		MOYEN	—	—	—
		INFÉRIEUR	PONTIEN (et MEOTIEN)	—	COUCHES SUP. A CONGERIA RHOMBOIDEA
	MIOCÈNE	SUPÉRIEUR	VINDOBONIEN (II. méditerranéen)	SARMATIEN sup. / moyen / infér.	COUCHES DU PANNONIEN INF. A CONGERIA / —
		MOYEN (Inférieur inconnu)		TORTONIEN	—
				HELVÉTIEN	
	OLIGOCÈNE		—	—	COUCHES DE SOTZKA
CRETACÉ		SUPÉRIEUR	—	—	COUCHE DE GOSAU
		MOYEN	—	ALBIEN (Gault)	—
		INFÉRIEUR	—	APTIEN	URGONIEN
			—	BARREMIEN	
			—	HAUTERIVIEN	—
			—	VALANGINIEN	—
ROCHES MAGMATIQUES		—	—		FILONS ÉRUPTIFS / PHONOLITES / SERPENTINES

Le Quaternaire et le tertiaire de ce tableau sommaire sont donnés principalement par le J. M. Žujević ; L'Hydrologie de ce tableau est hypothétique.

Perméable	Eau lœssique	Belgrade — Zemun : Lœss (Tchernoziom), Lœss sablonneux, Argiles lœssoïdes et quatre sols enterrés.	Belgrade 1-10 m, Zemun 1-30 m.	Sédiments des terrasses fluviales	Sables, Cailloux.	Terrasses de 100, 110 et 125 m.
	Eau	Sables, Argiles et cailloutis, Grès, Conglomérats silico-calcaires, Couches de coquilles de Corbicula fluminalis.		2-21 m.		
Perméable	Eau	Terrasses de 120-160 m. J. Cvijić		Dépôts de rivages		
—	Eau	*Epoque de mouvements tectoniques* (lacune)				
Imperméable		Argiles à Congeria rhomboidea Hörn.	1-30 m.			
Imperméable et perméable	Eau	Argiles, Cailloux, Sable argileux.	2-35 m.			
Perméable et imperméable	Puits de Makich	Calcaires, argiles	—			
Perméable	Eau karstique	Calcaires à Lithotamnium, sables, argiles ; calcaires récifaux à Lithotamnium et coraux				
		Argiles à Aturia Aturi et Pleurotomes				
—	—	Argiles schisteuses, Grès avec traces de végétaux et de charbon.				
—	—	Grès, Argiles schisteuses.				
—	—	Grès et calcaires ferrugineux ; Grès vert-gris.				
—	—	Grès et argiles schisteuses et calcaires récifaux.				
—	—	Calcaires, marnes.				
—	—	Grès et argiles schistes (Flysch.)				
—	—	Lamprophyres, ryolithes, Microgranites et andésites.				
—	—	—				

Prof. V. Laskarev ; le Crétacé par le Prof. V. Petković ; les Roches magmatiques par le Prof.

Tutel, c'est seulement à l'époque alluviale qu'il a pris son cours entre le plateau du Srem et celui du Tutel en profitant de la faille de St Slankamen (1).

D'après ces quelques observations, on peut supposer que les fleuves Save et Danube n'avaient pas leur cours actuel et que les terrasses de la mer pliocène sur le bord de Belgrade étaient tout d'abord des terrasses d'abrasion du lac pannonien et ensuite pendant la formation du I^{er} et II^{e} lœss, ces deux fleuves ont pris leur cours actuel en creusant les terrasses fluviales. Donc, nous trouvons deux sortes de terrasses au même endroit. En étudiant la région de Belgrade et les divers stades de son évolution dans le temps, on a l'impression d'être en présence de terrasses étagées et que les plus hautes sont les plus anciennes. Ceci confirme encore l'hypothèse sur l'existence de différentes terrasses dominant en gradins les unes les autres et raccordées à une ancienne plaine côtière à des époques différentes.

On peut conclure que, à chaque stade glaciaire, correspond une terrasse fluviale, c'est-à-dire une période de l'histoire d'une grande vallée avec ses sédiments, sa faune, sa flore qu'on peut suivre sur une certaine longueur.

Lœss.

D'après E. Haug, chaque couche de lœss homogène inaltéré correspond à une période froide, donc à une période glaciaire et chaque ancien sol à une période plus chaude et plus humide, donc interglaciaire. Dans les environs de Belgrade on distingue quatre périodes glaciaires, trois périodes interglaciaires et, à la fin, la période post-glaciaire. Parmi les quatre périodes glaciaires, on appelle la 4^{e} Wurmienne ou moraine récentes, la 3^{e} Rissienne ou moraines anciennes, la 2^{e} Mindélienne et la 1re Günzienne. Les formations correspondant au Mindélien et aux deux premiers interglaciaires sont caractérisées paléontologiquement par la présence de Corbicula fluminalis du quaternaire ancien.

A Belgrade, le lœss recouvre tout le territoire de la ville, les hauteurs aussi bien que les vallées.

La caractéristique du lœss de Belgrade est la suivante :

1. Cité par V. Laskarev, *Sur le lœss des environs de Belgrade*, t. VII, 1922 et VIII, 1924.

a) petite épaisseur, qui varie de 1 à 10 m. ;

b) la présence de deux (dans certains endroits de trois) sols enterrés ;

c) la présence d'objets de l'époque du bronze dans la partie supérieure du premier lœss du village Banjica ;

d) les restes de mammifères trouvés dans le lœss II de Belgrade.

Pour mieux présenter le lœss de Belgrade, nous prendrons quelques profils parmi les plus caractéristiques. Dans les excavations qui se trouvent sur le versant du ruisseau de Tchouboura (Čubura) à la hauteur de 100-110 m., le lœss est découvert jusqu'à 7 m. de profondeur et montre la composition suivante :

1. Sol récent (Tchernoziom).
2. Premier lœss un peu sableux, avec, habituellement au-dessous d'un tchernoziom, des horizons particuliers (faible horizon enrichi en sesquioxydes, terriers, concrétions silico-calcaires, etc.), 2 m.
3. Premier sol enterré, très mince, accompagné par les horizons des terriers et des concrétions, 0,20 m.
4. Second lœss plus typique, quoique sableux, avec un ou deux sols accidentels, 3 m.
5. Second sol enterré des steppes (tchernoziom), parfois séparable en deux horizons, 1 m.
6. Troisième lœss, visible jusqu'à 0, 20 m.

Dans la partie inférieure au second lœss, tout près du second sol enterré, furent trouvés des ossements dispersés et notamment : *Equus caballus fossilis* Lin. ; Bos. sp. ; *Elephas primigenius* Blum, ces ossements sont devenus poreux, corrodés par l'eau souterraine. La même trouvaille a été faite sur le plateau de Belgrade, au coin de la rue Knez Mihajla et Kolartchèva, où on a trouvé les ossements d'un *Elephas primigenius* à la profondeur de 2 m. dans le lœss. Ce lœss contient également des mollusques et coquilles quaternaires.

Cette trouvaille nous permet d'attribuer au second lœss de Belgrade un âge très récent ; elle témoigne que le temps qui s'écoula entre la formation de la couche à ossements et celle aux objets de l'époque du bronze fut d'une grande durée.

Les derniers mammouths, ayant survécu le Wurmien, existaient en Europe centrale pendant le magdalénien I et II et y sont disparus probablement dans le magdalénien III. On peut rapporter également

au magdalénien les restes de l'*Elephas primigenius* de Belgrade, en se basant sur le caractère récent des mollusques du second lœss, de sorte que la formation du second et du premier lœss de Belgrade peut être synchronisée avec un laps de temps qui comprend le magdalénien, l'azilien, le néolithique, jusqu'à l'époque du bronze (1).

La formation diluviale danubienne (sur la rive droite du Danube) est constituée par le lœss, les argiles et les conglomérats. Dans les régions de Vichnitza (Višnica) le lœss repose sur des calcaires marneux méditerranéens et montre une épaisseur, au fond du ravin, de 17 m. Dans ce lœss, on a trouvé 57 formes de gastéropodes, dont 27 sont des gastéropodes diluviaux.

C'est V. Laskarev qui s'est dernièrement occupé de l'étude détaillée du lœss de Zemun et de sa division en horizons. Ce lœss atteint 30 m. d'épaisseur à la rive droite du Danube. La constitution générale des escarpements à Zemun peut être présentée par le profil suivant :

1. Sol récent (tchernoziom, sol des steppes), 1-1,3 m.

Ce tchernoziom récent des environs de Zemun ne montre pas trace d'une podzolisation ou d'une dégradation sous l'influence des forêts, mais le tchernoziom dégradé apparaît déjà sur les pentes des hauteurs de Belgrade.

2. Premier lœss, un peu sablonneux, d'une couleur grisâtre, brunâtre en haut et jaune en bas : dans la partie supérieure, nombreux terriers (immédiatement au-dessous du sol), trous de vers, 2,5 m.

3. Premier sol enterré, très mince, accompagné par les terriers et les concrétions, 0,3 m.

4. Petite intercalation de sable argileux très fin, avec des concrétions silico-calcaires, 0,3 m.

5. Second lœss, jaune pâle, avec des bandes brunâtres en haut et au milieu (niveau d'eau phréatique), et les terriers, riche en tourbe calcaire, 3-3,5 m.

6. Second sol enterré d'une épaisseur de 1,5 m. et d'une couleur brune foncée presque noire et par conséquent le plus marquant sur les escarpements ; son niveau ondule un peu en dessinant l'ancien relief, sans limites prononcées en haut et en bas. En bas, l'humus a pénétré en forme d'une frange dans le troisième lœss, grâce à l'infiltra-

1. Laskarev, Lœss aux environs de Belgrade. *Annales géologiques*, t. VIII, 1924.

tion aux racines et aux trous formés par les vers (comme un vrai tchernoziom de steppes).

7. Troisième lœss, jaune pâle, un peu grisâtre. La partie supérieure riche en terriers, en trous de vers et avec des chapelets (traces des vers) formés de 1-3 jusqu'à 5 espaces ronds, d'un diamètre de 3-7 cm. liés par un tube vertical (dont le diamètre diminue en bas) ces chapelets, remplis plus ou moins par le 6e sol, sont plus nombreux au-dessous des sols plus anciens. Les tubes calcaires et les concrétions se trouvent en grande quantité dans la partie supérieure de ce lœss. La masse du lœss est devenue dure quoique poreuse, 5-6 m.

8. Troisième sol enterré, pareil au second sol, mais d'une couleur un peu plus brune rougeâtre, 1 m.

9. Quatrième lœss, jaune pâle, dur, avec des bandes blanchâtres ; au-dessous du 5e sol et à la profondeur de 1-1,5 m. le lœss est rempli de concrétions calcaires qui rendent encore plus visible la frange, les terriers, les « chapelets » devenus plus nombreux, les tubes des racines et de vers du troisième sol, tout cela étant rempli de la masse rougeâtre de ce sol. Le lœss dans sa partie inférieure est plus typique, avec des bandes rougeâtres et blanchâtres (argileuses) dues à l'action de l'ancienne eau souterraine, retenue par le quatrième sol. Les parois des excavations creusées dans ces lœss se tiennent très bien (le lœss II et III servent ordinairement à creuser des caves à vin), 2-3 m.

10. Quatrième sol enterré, pareil au sol précédent, mais d'une couleur encore plus rougeâtre, d'une épaisseur de 1 à 1,55 m. Une bande blanche (argileuse) le divise par endroits en deux horizons (probablement dans les endroits plus humides des steppes de l'époque du 4e sol, ce dernier acquérant ici quelques particularités des sols des prairies).

11. Cinquième lœss, plein de concrétions (immédiatement au-dessous du 4e sol), dont les centres silico-calcaires sont parfois d'une couleur noire-grisâtre ; on y voit, comme plus haut, la frange humide, les terriers, les chapelets particulièrement nombreux, les tubes des racines. Son épaisseur varie à raison inverse de celle de la couche suivante et est de 0,8 à 1,85 m.

12. Sables gris-brunâtres avec des intercalations de sable argileux brun foncé ; cimentés par endroits en des grès siliceux sous forme de masses allongées et irrégulières ; leur disposition en strates ondulée est très caractéristique pour les sables mouvants ; leur épaisseur varie

entre 0,25-2,5 m. Au S.-E. on trouve dans ces sables des *Lymnæa*, *Bythinia* (très rares) et *Helix*, mais un peu plus loin vers le N.-W. seul *Helix* est représenté. On rencontre dans cette dernière direction des masses allongées du lœss typique (ressemblant au lœss V), intercalées dans les sables ou entourées par les sables qui remplissent des poches étroites dans la surface du lœss très irrégulière et sillonnée ; on a pu observer dans ce lœss des terriers anciens remplis de sable. En envisageant ces sables comme des sables mouvants, nous nous trouvons ici près de la limite entre les steppes, où s'est formé le cinquième lœss et les sables mouvants, les intercalations du lœss dans les sables se sont formées pendant les oscillations de la limite au profit des steppes ; la formation d'une couche continue du cinquième lœss à la partie supérieure témoigne de l'installation définitive d'un régime de steppes dans cet endroit. Les coquilles d'eau douce furent apportées par les sables mouvants de la vallée de la Save (du S.-W.).

13. Sables argileux lœssoïdes très fins, jaunâtres, avec de nombreuses lignes ocreuses horizontales (formation chimique posthume). Ces sables passent en bas aux argiles sableuses à points noirs (manganésiens) et à taches creuses. L'épaisseur est de 0,5-3 m. Ces argiles ne contiennent que des mollusques terrestres (*Pupa* et *Helix*), néanmoins nous devons les considérer comme des sédiments d'eau douce, formés en partie par la poussière éolienne tombée sur une surface marécageuse ; ces sédiments, ainsi que les sables mouvants n° 12, achevèrent la phase fluviale lacustre et marécageuse, qui précéda dans cette région la phase de la formation du lœss (phase de steppes).

14. Argiles grises foncées ou bleuâtres avec des concrétions ocreuses. Elles s'élèvent un peu (0,5-1 m.) au-dessus du niveau du Danube (1).

A Zemun, on constate quatre sols enterrés, qui divisent le lœss en cinq étages. Le même phénomène de sols enterrés se laisse constater sur les plateaux de la Slavonie, d'Alibunar, de Titel, etc. Mais ici, les sols enterrés représentent des horizons stables, qui peuvent avoir une grande valeur stratigraphique (2). D'après M. Laskarev, en se basant sur la présence de la faune d'*Helix pomatia* dans les étages supérieurs

1. V. Laskarev, *Lœss aux environs de Belgrade*, t. VII et VIII, 1922 et 1924.
2. *Ibid.*

du lœss de Zemun, on peut admettre que le premier sol enterré doit correspondre à l'époque glaciaire la plus récente.

On peut poser la question : pourquoi à Belgrade n'existe-t-il pas d'horizons inférieurs au lœss de Zemun, qui est éloigné de Belgrade seulement de 3 km. ? D'après Laskarev, cette question peut être résolue de la manière suivante :

Au commencement de la période quaternaire, lorsque se formaient les étages inférieurs du lœss de Zemun, les conditions climatiques furent pareilles à celles des steppes très sèches.

Les hauteurs de Belgrade étaient privées à cette époque de couverture végétale et présentaient des surfaces nues, c'est pourquoi la poussière éolienne ne s'accumula pas sur leurs versants, mais fut emportée par le vent.

La surface des hauteurs dénudées de Belgrade était exposée à ce moment à la désagrégation mécanique, accompagnée de la déflation de la corrosion et parfois de l'ablation, après des averses. Les produits de désagrégation s'amassaient dans les parties basses, et c'est pour cela que nous trouvons souvent entre le lœss et le dépôt sous-jacent des blocs et des galets de roches tertiaires et crétacées mêlés à la poussière éolienne et aux coquilles terrestres quaternaires. On peut voir le mieux ces phénomènes à Tachmajdan (à Belgrade), où dans les enfoncements du calcaire de la Leitha se sont accumulés les produits de désagrégation mécanique, mêlés au *Helix* et à d'autres coquilles terrestres.

Le travail de ces agents éoliens fut d'une courte durée, parfois interrompu par des changements climatiques et ne constitua qu'un épisode dans le développement du relief des hauteurs de Belgrade, qui est un relief d'érosion lacustre et fluviatile, dérangé par endroits par des phénomènes tectoniques et par des glissements ; mais cet épisode a réussi néanmoins à y tracer certains traits, notamment :

1° L'accumulation de produits de désagrégation mécanique ;

2° En même temps, le récif du calcaire de Tachmajdan se dégagea des marnes et des argiles qui l'enveloppaient et forma sur le versant du Nord des hauteurs de Belgrade une bande rocheuse ;

3° La croûte observée parfois sur les calcaires.

Vers la fin de la période quaternaire, lorsque se formaient les étages supérieurs du lœss de Zemun, les hauteurs de Belgrade, grâce au chan-

gement climatique (steppes plus humides) ont reçu une couverture végétale continue et le lœss commença à se déposer. Le lœss recouvrit comme un tapis de neige la surface, parsemée des produits de la désagrégation mécanique, et se déposa en couches d'une épaisseur plus ou moins égale, de sorte qu'il ne modifia presque pas le relief et ne fit que l'adoucir.

Les petites vallées, comme celle de Bulbudère furent couvertes par une couche de lœss continue. Plusieurs briqueteries permettent de remarquer que le lœss de Bulbudère est assez homogène et ne contient pas d'indices de l'existence d'eau courante.

Dans la vallée de Mokrolouchki Potok on observe (Majdan Vaifert) quelques particularités dans le lœss et notamment les intercalations des cailloutis, provenant probablement de pluies torrentielles (proluvium d'après le Professeur Pavlov). En outre, la vallée du Mokrolouchki Potok fut couverte par le lœss, plus tôt que le territoire de la ville, probablement par suite de sa plus grande humidité ; grâce à cela nous y voyons trois horizons de lœss. Au contraire, sur le versant droit du Tchoubourski Potok (entre les rues Kitchevska et Sumadijska) le lœss manque, ou bien n'est représenté que par une couche mince (1-1,1/2 m.) au-dessous de laquelle se montrent les marnes tertiaires. Après la formation du lœss de Belgrade il y eut de nouveaux changements dans le relief, dus à des glissements et au renouvellement de l'érosion fluviatile (1).

Le parallélisme entre le faciès éolien et le faciès glaciaire peut être établi sans extrême difficulté dans les régions où les sédiments de ces faciès sont contigus. Mais, la question devient très compliquée quand ces faciès sont éloignés l'un de l'autre, comme dans le cas des environs de Belgrade.

Dans ce cas il faudrait aller vers l'amont de la Save et de la Drave, qui coupent les lœss de la Croatie, de la Slavonie, du Srem et de Belgrade et qui arrivent des montagnes, dont la glaciation est bien développée, de sorte que ces fleuves, avec leurs terrasses et leurs sédiments quaternaires peuvent servir de lien entre les deux faciès éloignés l'un de l'autre.

Dans l'Europe centrale c'est la plaine Pannonienne qui présente

1. Laskarev, Sur le lœss des environs de Belgrade. *Annales géologiques*, 1922, t. VII.

l'objet le plus favorable pour l'étude du lœss. La plaine fut couverte presque tout entière par le lœss, qui s'est formé de la poussière apportée du Nord (lœss principal, formé par des matériaux provenant des moraines du Nord). Plus tard, la couverture lœssique y fut détruite par l'érosion et par la déflation et fut réduite à des plateaux isolés, qui se sont conservés surtout à la périphérie de la plaine, tandis que son milieu ainsi que les espaces entre les plateaux séparés furent occupés par des alluvions et par des sables mouvants qui fournirent à leur tour de la poussière pour la formation des lœss plus jeunes (lœss local, formé par des matériaux différents parmi lesquels dominent les éléments locaux).

Un des plus grands lambeaux de la couverture lœssique pannonienne se trouve dans la Mésopotamie yougoslave (c'est la région du Srem) entre le cours inférieur des rivières Save et Drave et le Danube (1).

C'est un plateau, dont la surface est très peu ondulée, par endroits presque plane, dont la hauteur (sur ses bords) atteint en moyenne 100 m. maximum, oscillant entre 85-115 m. Les versants qui limitent le plateau sont presque partout abrupts, s'élèvent au-dessus du niveau d'érosion récente jusqu'à 20 m., même jusqu'à 50 m., et sont composés, dans cette partie, presque exclusivement de lœss. Au milieu du plateau la couverture lœssique est percée par les anciennes montagnes de Frouchka (Fruška) Gora (hautes de 539 m.), aux pentes très douces et couvertes de lœss jusqu'à la hauteur de 400 m. Cette région du lœss peut être nommée « plateau de la Slavonie et du Srem », ou simplement « plateau du Srem », parce qu'à cette province appartient la plus grande partie du plateau. Le lœss de Belgrade même fait partie de ce plateau, séparé à présent par la vallée de la Save.

La continuation de la série lacustre et fluviatile au-dessous du niveau danubien peut être observée dans les nombreux sondages (pour la conduite d'eau de Belgrade) à Makich sur la rive droite de la Save (éloignés de 11 km. vers le S. de Zemun). Cette partie de la vallée de la Save présente un effondrement datant probablement de la fin du pliocène (après la formation des couches de la terrasse de Belgrade 120-140 m. et avant l'époque quaternaire, caractérisée par *Corbicula fluminalis*, *Vivipara diluviana*, etc.). Les sondages (sur une hauteur de 71-72 m.) ne sont pas profonds et percent en général :

1. Laskarev, Deuxième note sur le lœss des environs de Belgrade. *Annales géologiques*, t. VII, 1922.

1° le sol marécageux 0,3-1 m. ;
2° les argiles grises-brunâtres, 1 m. ;
3° les sables fins micacés jaunâtres, argileux, stratifiés, avec des mollusques récents d'eau douce, 2-3 m. ;
4° les sables fins grisâtres aquifères ;
5° les argiles sableuses grisâtres, 5 m. ;
6° cette série lacustre et marécageuse (la plus récente) repose sur les couches fluviatiles à stratification très capricieuse, composées de sables, d'argiles et de cailloutis, cimentés parfois (à une profondeur de 19-21 m.) en grès et en conglomérats silico-calcaires (au niveau de la nappe aquifère très puissante). A partir de 16 m. on rencontre dans ces couches les coquilles de *Corbicula fluminalis* Mill., *Unio aff. batavus* Lam., *Melania Holanderi* Fèr. var. *elegans* Rossur., var. *Macrigata* Ressm., *Melanopsis acicularis* Fèr., *Lithoglyphus naticoides* Fèr., *Neritina danubialis* Mühlf., *N. transversalis* Zgl., *Vivipara fasciata* Müll, *Helix* sp.

La position stratigraphique des couches à *Corbicula fluminalis* dans l'Europe centrale et occidentale est assez bien déterminée. En Hongrie *Corbicula fluminalis* fut trouvée, d'après M. T. Kormos (1), dans les sédiments pliocènes et pléistocènes. Pour M. V. Laskarev ces couches doivent être attribuées à l'époque préglaciaire et première glaciaire (d'après le schéma à trois glaciations quaternaires en rapportant le Günzien au pliocène supérieur), de sorte qu'elles viendraient se placer au-dessous de la série quaternaire de Zemun (2). Cependant, il nous semble plus logique de rapporter le Günzien au Quaternaire inférieur, en faisant correspondre les couches à *Corbicula fluminalis* aux I et II Interglaciaires et au 2e glaciaire (Mindélien).

L'ère tertiaire.

L'ère tertiaire aux environs de Belgrade se termine au Pliocène par une transgression moins importante que celles du Miocène ou de l'Oligocène. Ainsi, dans l'ensemble comme d'ailleurs pour presque

1. T. Kormos, *Les preuves faunistiques des changements de climat de l'époque pléistocène et post-pléistocène en Hongrie.* Stockholm, 1910.
2. Laskarev, Belgrade. Sur le lœss aux environs de Belgrade. *Annales géologiques*, t. VII, 1922.

toutes les régions de l'Europe, le Néogène de Belgrade se subdivise en deux cycles sédimentaires successifs, emboîtés l'un dans l'autre, et correspondant au Miocène pour le plus ancien, au Pliocène pour le plus récent (1).

Les mouvements tectoniques.

La tectonique aux environs de Belgrade est bien compliquée. C'est surtout le Professeur V. K. Petković qui a étudié cette question.

En général toutes les couches prétertiaires sont très disloquées. Il existe un grand nombre de plis et de failles. Les premiers sont d'une importance moins grande en ce qui concerne le relief actuel. Bien que les plis aient été nombreux, ils sont tellement détruits ou masqués par les dislocations ultérieures qu'il est bien difficile de les étudier directement. Ce fait rend aussi l'étude stratigraphique bien difficile. Il arrive souvent que les couches d'âges différents soient ramenées au même niveau. Par place même, on observe des séries inverses de couches. De plus, comme les terrains d'un même âge, surtout ceux du Crétacé inférieur, sont développés en faciès différents, et comme, d'autre part, les terrains d'âge différent montrent une grande ressemblance pétrographique, avec peu ou point de fossiles, il s'en suit que les relations stratigraphiques et tectoniques de la région de Belgrade ne peuvent pas être considérées comme définitivement établies. Néanmoins, les traits tectoniques principaux de la région de Belgrade sont connus (2).

Des différentes directions que présentent les couches dans la région de Belgrade, deux dominent nettement : celle du méridien et celle des Dinarides (NNW-SSE et NNE-SSW). Les autres directions sont d'une importance secondaire et purement locale.

V. K. Petković distingue deux synclinaux plus importants : celui de Zarkovo et celui de Jajinci. L'axe du premier s'étend dans la direction NNW-SSE ; il est constitué par les couches du Crétacé inférieur ; les calcaires urgoniens, les sables et les marnes, les sables et les calcaires du Gault. Partout où l'on peut les observer, les couches du Crétacé de Toptchidère et de Kochoutniak (Košutnjak) sont inclinées vers

1. Gignoux, *Géologie stratigraphique*. Paris, 1936.
2. *Livret-guide du III^e Congrès des Géographes et Ethnographes slaves*. Belgrade, 1930.

l'WSW ou parfois vers l'W, la plupart du temps sous un angle assez grand (50° et même davantage). Sur le bord de Makich (Makiš) les couches sont inclinées vers l'ENE ou l'E. Le synclinal de Jajinci est fortement disloqué par les failles et se laisse difficilement reconstituer. Son axe suit la direction NNE-SSW. Dans le bois de Rakovica, ensuite à Zmajevac et Majur, les couches crétacées plongent toujours à l'Est. Le flanc Est de ce même synclinal serait marqué par une série épaisse de couches fort bien stratifiées de sables, calcaires, marnes, affleurant au Sud de Kumodraž sur une grande étendue. Ces couches sont faiblement inclinées (18°) vers WSW. Etant donné qu'au Sud et à l'Est de ce synclinal s'étend une masse de serpentines, et qu'au Nord et à l'Ouest les couches tertiaires le recouvrent entièrement, il n'est pas possible qu'on en suive les traces. En tout cas, ce synclinal doit s'arrêter au Sud, au pied d'Avala (2). Abstraction faite des petits anticlinaux locaux, on pourrait en noter deux plus importants. L'un d'eux a son flanc Ouest formé par les couches du côté Est de la colline Strazevica, et l'autre est placé sur les Kaludjerice Njive ; l'axe de cet anticlinal, dérangé d'abord par une dislocation de direction N-S et ensuite complètement arosé par l'érosion, suit principalement la direction du méridien. Le noyau en est constitué par les calcaires urgoniens et les sables, surmontés par les sables du Gault. Son sommet est également en grande partie détruit (3).

Les failles sont très fréquentes dans la région de Belgrade. Suivant l'époque de leur formation, on peut distinguer deux groupes : failles prémiocènes et failles postmiocènes. Parmi les premières, les plus importantes sont :

1° faille qui suit le côté Ouest de la colline de Toptchidère ;
2° faille qu'on peut facilement observer sur la voie ferrée Belgrade-Nich (au kilomètre 8.100).

Parmi les failles prémiocènes transversales, deux sont plus importantes : l'une en direction ENE-WSW qui passe au milieu de Toptchidère, et l'autre qui suit la vallée du ruisseau de Banjica, depuis son embouchure jusqu'au village de Banjica. A l'exception des failles

2. *Ibid.*
3. *Ibid.*

mentionnées il en existe encore un bon nombre d'autres, petites, et dont on ne peut pas suivre l'étendue. On les voit dans les coupes géologiques transversales de Belgrade (voir le plan page 80).

Les mouvements antémiocènes dans la région de Belgrade ont eu lieu pendant le crétacé moyen et le Paléogène.

La fin du Crétacé inférieur est en même temps la fin de la transgression marine. La plupart des roches éruptives ont percé alors les couches du Crétacé inférieur. Ces mouvements se répètent vers la fin du Crétacé supérieur et au Paléogène.

Pliocène moyen.

Epoque de mouvements tectoniques (Lacune).

Les mouvements nouveaux dans la région de Belgrade ont commencé déjà vers la fin du Néogène, et se sont surtout manifestés après la fin du dépôt des couches sarmatiennes. Les marnes blanches pontiennes de Tachmaïdan reposent horizontalement sur les couches vindoboniennes, faiblement inclinées vers le SW. Les couches des calcaires de la Leitha sont également bien inclinées vers l'Ouest sous la forteresse, vers le SE à Jajinci, vers le SW (40°) dans la région des sources de Rakovica Reka. Plus loin, à l'Est de la ligne Belgrade-Rakovica (village), les couches méditerranéennes sont toujours disloquées. C'est le même cas pour les couches sarmates dont la forte inclinaison vers le SW se laisse très bien observer au pied de Karaburma et dans la région des sources de Rakovica Reka. A l'Ouest de cette ligne, les couches sarmates et pontiennes sont toujours horizontales (Zapadni, Vratchare, Topchidèrsko Brdo, Kochoutnjak, bord de la plaine Makich Žarkovo, Željeznik, Kneževac, etc...) (1).

Les argiles et les marnes pliocènes sont développées surtout dans la partie N. de la Région de Belgrade. Elles sont à la même altitude que les formations vindoboniennes. Elles sont déposées sur un relief plus ancien, prépontien, de la région de Belgrade ; plus tard, elles ont été nivelées par l'abrasion. Le profil stratigraphique de la région

1. Cité dans le *Livret-guide du III^e Congrès des Géographes et Ethnographes slaves.* Belgrade, 1930.

de Belgrade se termine par le lœss diluvial dont l'épaisseur diminue en allant vers le Sud.

C'est par les couches de Belgrade, par les terrasses et les dépôts de rivages qui appartiennent au Pliocène supérieur, que nous commencerons cet exposé.

Pliocène supérieur.

C'est J. Cvijité, qui a mis en valeur, dans cette région de la Serbie du Nord, toute l'importance de l'action lacustre. Par ses études, il a montré un des plus beaux exemples de ce qu'il appela le « relief lacustre ». C'est lui qui constate sept ou huit séries de reliefs littoraux, c'est-à-dire de terrasses d'abrasion avec leurs rivages ou falaises, qui s'étendent successivement les unes au-dessus des autres. Les talus-terrasses horizontaux, les sédiments littoraux, les conglomérats, les fossiles, le rajeunissement des contours usés, vieillis des proéminences du plateau, sont autant d'indication de leur origine lacustre (voir étude détaillée page 43). Les terrasses de 120-140 sont nommées les terrasses de J. Cvijitch, en l'honneur de son travail scientifique. Ces terrasses sont bien conservées surtout dans la vallée de Zavojnitchka Reka près du village Beli-Potok, ensuite dans la vallée près de Toptchidère, près du Village Žarkovo, dans le Toptchidersko Brdo, surtout à Tachmaïdan, ensuite dans les rues Nemanjina et Kosovska et du côté de Karaburma.

Pliocène inférieur. Pontien.

Le pontien se compose surtout des couches supérieures d'argiles à *Congeria rhomboidea*. Il est représenté par les argiles et les marnes, lesquelles, si l'on en juge d'après les mollusques fossiles observés, appartiennent aux couches du Pontien inférieur. L'épaisseur en est de 1 à 30 m. C'est M. V. Laskarev qui a déjà en 1899, constaté près de l'Hôpital des Aliénés sept sortes d'argiles ; elles sont accompagnées par une couche de marne, laquelle d'après sa faune fossile, correspond aux couches inférieures à congéries. Ensuite la couche de marnes jaunes observée au-dessous du lœss appartient également à l'âge pontien.

Miocène supérieur Sarmatien.

Les couches sarmatiennes appartiennent au Miocène supérieur, et sont classées dans le Sarmatien supérieur et moyen. Ces couches correspondent au Pannonien inférieur à Congeria. Elles sont composées de cailloux et de sables assez perméables. L'épaisseur varie entre 2-35 m. Dans d'autres endroits le sarmatien inférieur est composé de calcaires et d'argiles. Les couches sarmatiennes n'existent d'une façon certaine qu'en plusieurs points de la ville de Belgrade. Mais ces couches dominent dans la région des villages Ritopek et Vintcha (Vinča) à l'Est de Belgrade. Ce sont surtout les sables et les calcaires qui sont développés en cet endroit. Près du village Kaludjerica on a trouvé une belle empreinte de *Cerith. pictum*, qui prouve l'âge sarmate de ces couches. Dans la région de la Save (environs du village Žarkovo), le Sarmatien est développé près de Bele Vode, au bord de la plaine de Makich (Makiš). Dans les marnes calcaires jaunâtres on a trouvé : *Eichw*, *Tapes Gregaria*, *Partsch*, *Bulla Lajonkaireana Bast.* qui permettent d'apprécier l'âge de ces couches. Aux bords de Makich, les couches du Crétacé sont recouvertes par les sédiments sarmates qui se caractérisent par les restes des coquilles d'huîtres et par les conglomérats de base très bien développés ; ces derniers marquent le commencement de la trangression sarmate.

Miocène moyen. Etage méditerranéen II. (Vindobonien).

Les couches appartiennent au Tortonien elles sont composées par les calcaires à Lithotamnium,sables, argiles, d'une épaisseur approximative de 20-38,5. La plus grande épaisseur qu'on a pu observer se trouve à Tachmaïdan (Tašmajdan). En dessous vient l'Helvetien qui est composé par des calcaires récifaux à Lithotamnium et Coraux probablement d'une épaisseur de 20-80 m. C'est l'étage néogène qui est le mieux représenté à Belgrade. Il apparaît sous forme de deux faciès : calcaire et argile sablonneuse. La plus grande épaisseur montre le calcaire de la Leitha, observé à la forteresse de Belgrade sur une épaisseur de 20 m. Dans la partie inférieure de la forteresse, on observe le sable argileux jaune avec une riche faune méditerranéenne II. De même

les couches méditerranéennes II apparaissent avec tout les faciès cités plus haut et occupent une grande étendue à l'Est de Belgrade. Elles sont fortement déplacées à certains endroits, et contiennent d'habitude une faune très riche.

Les couches composées d'argiles à *Aturia Aturi* et à Pleurotomes représentent à Belgrade la base du II Méditerranéen. En effet, dans le traité de Géologie de Haug, il est dit que le Vindobonien débute par le Schlier, dont l'âge helvétien résulte de sa position stratigraphique et de son passage latéral, en Bavière, à la mollasse marine à Cardita Jouanneti. E. Suess en fait, en quelque sorte, un étage indépendant, qui vient se placer entre le premier et le second étage méditerranéen. Il est constitué par des marnes argileuses et sableuses, grises ou bleuâtres, avec efflorescences de sulfate de magnésium. On y trouve notamment *Pecten denudatus*, *Solenomya Doderleini*, *Aturia Aturi* et des restes de *Meletta sardinites* (1).

Il y a lieu de supposer que dans certains endroits en dehors de la ville, l'eau karstique devrait se trouver dans le Miocène moyen (Tortonien ?).

Oligocène supérieur.

L'Oligocène supérieur est représenté par les couches de Sotzka qui sont composées par des argiles schisteuses, des grès avec des traces de charbon et des restes de végétaux, des marnes et des sables. Elles occupent une zone étroite dans la région de Veliko Selo sur le bord du Danube. Ces couches sont dépouvues de tous animaux fossiles. On constate près de la colline Kozari, que les couches méditerranéennes reposent en discordance sur les marnes en question. Ces dernières sont donc plus anciennes que les couches méditerranéennes et le fait qu'on a trouvé de la lignite dans les couches semblables de Srem prouve que ces dernières correspondent aux couches de Sotzka. Les couches de Sotzka de constitution indiquée ci-dessus sont identiques à celles de la région classique de Socha dans la Slovénie, près de la frontière italienne.

1. Haug, *Traité de Géologie*. Paris, 1936.

L'ère crétacé.

Les roches du Crétacé se présentent comme les plus anciennes de la série sédimentaire de la région de Belgrade. Le Crétacé est à la base de toutes les autres formations moins anciennes.

Les couches crétacées, qui forment le soubassement de Belgrade, s'étendent vers le Sud de Topchidère (Topčider) et Banovo-Brdo, de Kochoutniak (Kosutnjak), d'Avala, etc... Cette bande du crétacé, séparée au Nord, à l'Est et à l'Ouest par les grandes lignes de dislocations, est entourée de toutes parts, par les sédiments tertiaires et quaternaires qui se sont formés dans les dépressions autour d'elle.

Crétacé supérieur et moyen.

Le Crétacé de la région de Belgrade est représenté par les couches de Gosau du Crétacé supérieur. Ces couches sont composées en général, par des grès et des argiles schisteuses. Les couches du crétacé supérieur ou faciès littoral de Gosau, reposent en discordance sur les calcaires urgoniens qu'on peut observer à Topchidèrsko Brdo.

Ces couches commencent par les conglomérats, pour passer ensuite à des sables et des argiles avec une grande quantité de petits gastéropodes (principalement des nouvelles espèces de *Nerinæa*, *Cerithium*, *Natica* (*cf. Klipsteini*).

Albien.

Au Crétacé moyen appartient également l'Albien (Gault) qui est composé par les grès et calcaires ferrugineux et ensuite par des grès vert-gris. Dans les premiers on trouve de nombreux fossiles, dans les autres on en trouve moins. Ces formations reposent transgressivement sur les calcaires urgoniens. La faune des sables rouges et bruns et des calcaires bleus est très abondante ; elle est constituée par les Céphalopodes, Gastéropodes, Lamellibranches, Brachiopodes et Echinides, dont la plupart des espèces sont trouvées dans le Gault de la France méridionale. Ces couches sont particulièrement bien représentées près du village Kumodraž.

Crétacé inférieur.

Aptien.

L'Aptien est composé par des grès et des argiles schisteuses ; en général, l'Aptien et même le Barrémien sont développés dans la région de Belgrade, sous forme de faciès urgonien, zoogène. Ces calcaires sont d'habitude recouverts par les dépôts tertiaires et quaternaires. Ils sont compacts, parfois bréchoïdes et conglomératiques dans leurs parties inférieures. Leur couleur est bleu ou rougeâtre, à cause de la grande quantité d'oxyde de fer. En même temps, ils sont coupés par de nombreuses diaclases, remplies de filons de calcite. Par places, ils sont constitués presque en totalité par des Lamellibraches et des Coraux. A côté des nombreuses Orbiolines (*O. conoidea* et *O. discoidea* et des Coraux, ils contiennent : *Sphaera Corrugata*, *Plicatula placunea*, *Exogyra aquila*, *Trigonia Caudata*), toutes formes de l'Aptien.

Hauterivien.

C'est à l'Hauterivien qu'appartiennent, dans la région de Belgrade, les marnes grises et les argiles qui alternent avec les bancs de calcaires bleus, compacts, parfois bréchiques remplis de Lamellibranches souvent indéterminables (surtout *Ostrea*) et de Brachiopodes. Dans les carrières aux bords de Makich (Makis) on trouve dans les marnes, de nombreux restes, la plupart du temps mal conservés, de Brachiopodes, Lamellibranches, Echinides, Coraux et exceptionnellement de Cephalopodes.

Valanginien.

La partie la plus inférieure du Crétacé le plus ancien terrain de la région de Belgrade, est constituée par une série épaisse de calcaires silicifiés, de schistes et de cornéennes généralement bien stratifiés, auxquels s'associent les grès quartzeux à caractères du flysch, les calcaires bleus et les marnes avec des intrusions fréquentes de roches éruptives (lamprophyres, labradorites, rhyolites). Comme fossiles, on

y trouve (et cela très rarement) des *Apthychus* mal conservés, dans les couches des cornéennes. Cette série de couches constitue la base d'Avala et affleure sur ses parties Ouest, Nord-Ouest et Est. Les grès à caractères du flysch, qui se montrent au pied de Dedinie (Dedinje) et de Kochoutniak (Košutnjak) correspondent bien à cette série. D'après la position stratigraphique, la présence des *Apthychus* et la comparaison avec les formations équivalentes des régions plus éloignées de Belgrade, cette série épaisse des couches appartient à l'étage supérieur du Jurassique et à l'étage inférieur du Crétacé. La fin de cet étage inférieur du Crétacé est en même temps la fin de la transgression marine. La plupart des roches éruptives ont percé les couches de cet étage.

Roches magmatiques.

Elles sont assez développées aux environs de Belgrade. Ce sont des filons éruptifs de lamprophyres, de ryolithes, de microgranites et d'andesites. On a vu, que dans les couches du Valanginien, surtout dans les calcaires bleus et les marnes, se sont introduites fréquemment des roches éruptives cités ci-dessus. Ces filons éruptifs sont surtout visibles autour d'Avala où ils ont percé les couches des calcaires, marnes, phtanites, du Crétacé inférieur. On les voit aussi autour de la vallée de Topchidère supérieur.

Les phonolites se trouvent près du village de Banitza (Banjica). Les sédiments dans lesquels on trouve les injections de phonolites, sont constitués en général par des couches de grès, des argiles schisteuses et des conglomérats calcaires, que Zujević et Petković mettent dans le crétacé inférieur.

Les roches phonolitiques sont grisâtres, assez compactes, de poids spécifique 2,58. La biotite est généralement entourée d'une auréole, constituée par des petits cristaux d'augite aegirinique. On peut distinguer les phéno-cristaux de sanidine et de biotite. Ces derniers sont assez grands, mais irrégulièrement disséminés dans la pâte. La pâte est formée de microlites de sanidine et de petits cristaux d'augite aegirinique. L'orientation des microlites feldspathiques montre une structure fluidale. La quantité notable de Fe_2O_3 se traduit par l'abondance de la magnétite. La constitution minéralogique, l'analyse chimique et les paramètres de cette roche sont très rapprochés des pho-

nolites typiques. Mais au point de vue chimique elle est également voisine des trachytes phonolitiques. Par sa structure et son aspect général, elle ressemble plutôt aux roches trachytiques. Pour ces raisons elle est désignée comme une phonolite trachytoïde.

Les serpentines sont représentées aux environs de Belgrade à l'Est d'Avala et surtout dans la vallée de Bolechitza Reka (Bolečica Reka). On constate que ce petit fleuve a coupé en deux la masse des serpentines.

Il semble que les serpentines des environs de Belgrade doivent appartenir à la grande masse des serpentines de la Serbie méridionale, mais qu'ils en ont été séparés par les puissants mouvements tectoniques dinariques.

Les coupes géologiques de Belgrade.

Coupe A-B.

Dans notre carte géologique des environs de Belgrade, nous avons marqué deux lignes suivant les axes A-B et C-D. Elles indiquent le tracé des coupes géologiques de Belgrade. L'une est longitudinale. Elle passe par la crête de la ville. L'autre est transversale. Il faut noter que la présentation de profils précis est extrêmement difficile. C'est pour ça qu'on ne les a pas publiés. Ils sont imprécis, d'une part, à cause du manque de nos connaissances sur la constitution géologique de la région et, d'autre part, à cause de l'insuffisance des sondages. Les résultats de ces derniers se trouvent en outre dispersés entre ceux qui ont fait les travaux.

Malgré toutes ces difficultés, nous voulons présenter des coupes géologiques « hypothétiques » de Belgrade. Ces coupes sont faites sur les bases de quelques sondages et de la carte géologique des environs de Belgrade. La première coupe (A-B) sera présentée de manière suivante : elle commence au Danube, passe par l'île Ratno Ostrvo (l'île de guerre), traverse ensuite le Danube à son confluent avec la Save pour monter le coteau de la forteresse de Belgrade (125 m. 6), longe la rue Jougovitcha par Tachmaïdan, ensuite par Konjarnik et vient se terminer au village de Mokri-Lug.

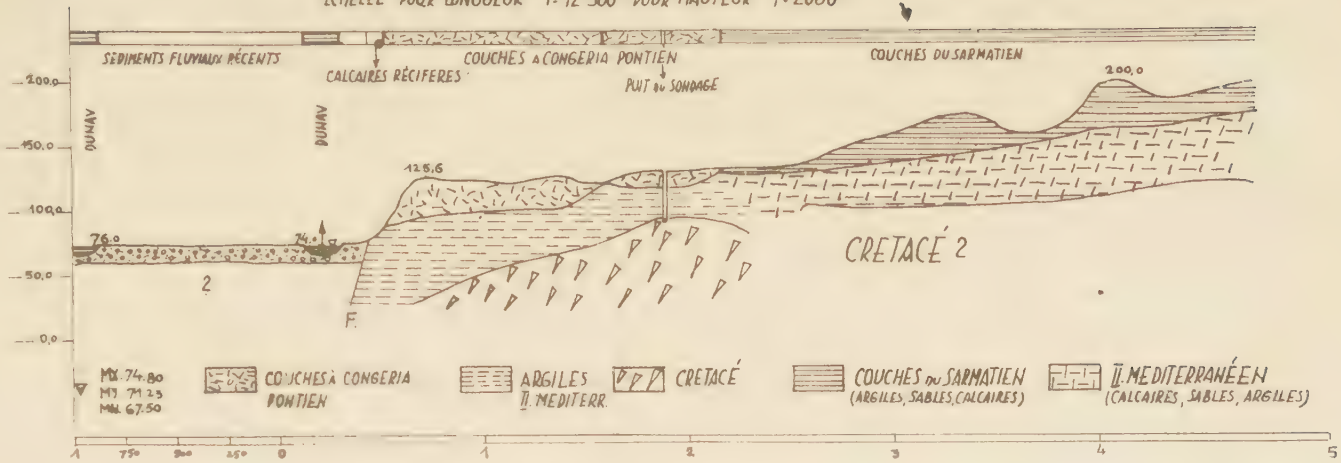
La coupe géologique ne présente à Ratno Ostrvo (l'île de guerre) que des sédiments fluviaux. On ne connaît pas l'épaisseur de ces cou-

LES COUPES GÉOLOGIQUES HYPOTHÉTIQUE DE BELGRADE

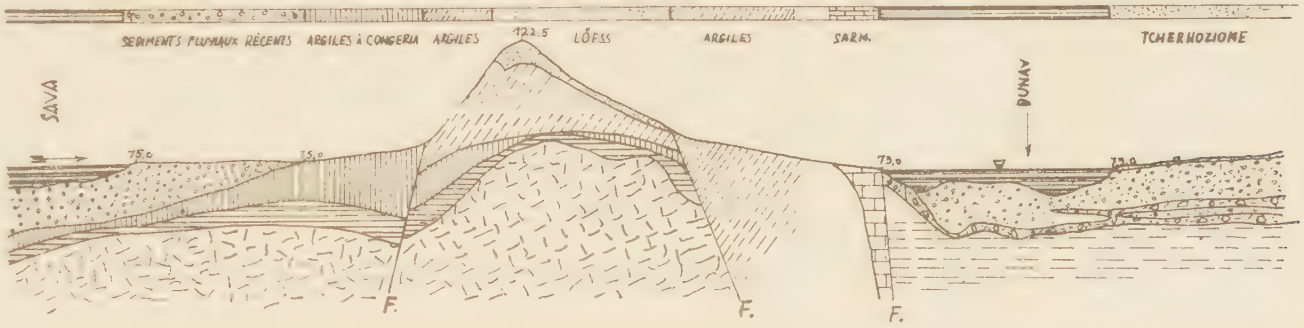
D'APRÈS LA CARTE GÉOLOGIQUE ET DES PUITS DU SONDAGES.

COUPE A-B.

ÉCHELLE POUR LONGUEUR 1:12 500 POUR HAUTEUR 1:2000



ÉCHELLE POUR LONGUEUR 1:12500 COUPE C-D. POUR HAUTEUR 1:1000



ches, car il n'existe pas de sondages en ce point. Les sédiments fluviaux s'étendent jusqu'au pied de la forteresse où la séparation entre les argiles (IIe méditerranéen) et les sédiments fluviaux se fait par une faille. Nous ne pouvons donner aucune précision sur la profondeur à laquelle cette argile passe au-dessous du Danube. En montant vers la forteresse on trouve le calcaire de Leitha sur une épaisseur de 20 m. Au sommet du coteau, on observe une couche de lœss d'une épaisseur de 2 à 5 m. reposant sur les couches à Congeria du Pontien. Ces dernières ont une épaisseur approximative de 1 à 30 m. On retrouve le calcaire de la Leitha à Tachmaïdan. Nous pouvons noter deux affleurements de ce calcaire :

1° Le premier est parallèle à la rue Krunska ;

2° Le deuxième, qui est représenté par la couche de Tachmaïdan, commence sur la place de Trkalichte et continue en direction NS jusqu'à la rue Takovska. En ce point, les couches plongent brusquement pour passer au-dessous de la rue Kosovska où elles sont coupées par un tunnel de canalisation et, finalement, elles affleurent à nouveau près de Kalemegdan, où on peut les retrouver sur le coteau de la Save et du Danube.

Les couches pontiennes s'étendent jusqu'à une ligne qui passe par la rue Alexandrova, où commencent les argiles, sables, calcaires sarmatiens (reconnues par sondage), d'une épaisseur approximative de 2 à 35 m. qui continuent vers le village Mokri-Lug.

Au-dessous du Pontien, on trouve des couches d'argiles, de calcaires à lithotamnium et du sable d'une épaisseur de 20 à 80 m. environ. Au-dessous des argiles du IIe Méditerranéen se trouve le Crétacé de Belgrade, d'une épaisseur assez grande, suppose-t-on.

Faute de sondages, nous n'avons pas d'idée exacte sur l'épaisseur du Crétacé.

Le IIe Méditerranéen (calcaire, sable, argile) se continue vers le Sud où il prend une épaisseur approximative de 20 à 50 m. Au-dessous de ces couches se trouve le Crétacé.

Coupe C-D.

Cette coupe commence sur la rive droite de la Save, à 150 m. en aval du pont du chemin de fer, passe par la Bara Venetia et par la

gare. Ensuite elle traverse les rues : Karadjordjeva, Bosanska, Kr. Natalije, en passant par la crête de Belgrade ou Terazije à côté de l'Hôtel Moskva et descend par les rues Pachitcheva, Miletina, Vachingtonova, Gundulica, à côté de Strugara vers le Danube qu'elle traverse pour se terminer dans la plaine de Pantchevatchki Rit.

Elle passe par Bara Venetia où l'eau stagne toujours en certains endroits. C'est une partie de la plaine de la Save recouverte par les sédiments fluviaux qui ont une épaisseur approximative de 1 à 25 m.

Ces sédiments fluviaux s'étendent jusqu'à la gare du chemin de fer. Plus loin, c'est l'argile à Congeria épaisse de 2 à 30 m. qui affleure jusqu'au delà de la rue Bosanska et se termine au contact d'une faille. Cette dernière représente la limite occidentale du coteau de Belgrade, constitué par des argiles d'une épaisseur de 5 à 25 m. La crête même de Belgrade, comme nous l'avons déjà signalé dans la coupe A-B, est recouverte par le lœss. On voit tout de suite que le versant occidental du coteau de Belgrade est dépourvu de lœss. De la crête même (Terazije), celui-ci descend vers le Danube jusqu'à une autre faille qui se trouve à côté de la rue Radnička. L'argile du versant occidental du coteau de Belgrade se retrouve sur le versant oriental où elle s'étend jusqu'au Danube. Mais au bord même du Danube, sur la rive droite, se trouve une faille marginale qui fait apparaître le calcaire sarmatien inférieur. Faute de sondages, nous ne connaissons pas la position exacte du calcaire sarmatien inférieur par rapport à l'argile.

La plaine de Pantchevatchki Rit est constituée par le « tchernoziome » qui recouvre des sédiments fluviaux d'une épaisseur de 25 à 30 m. (voir l'Hydrologie de Belgrade). Au-dessous du Danube et des sédiments fluviaux se trouve l'argile du Sarmatien inférieur (Flinz).

Sur la constitution géologique de Belgrade, nous avons quelques détails intéressants fournis par V. Laskarev à propos d'un tunnel pour la canalisation qui a été construit du 3 avril 1911 au 8 septembre 1912. Ce tunnel ou, plus précisément, le collecteur qui commence à l'angle des rues Bosanska et Balkanska, passe au-dessous de Terazije (altitude de 75 m.), puis ensuite au-dessous des rues : Kajmaktchalanska, Detchanska, Kosovska, Bitoljska, Hilendarska et débouche au-dessous de la rue Carigradska vers le Danube.

Voici quelques conclusions données par V. Laskarev (1) :

1° En ce qui concerne la géologie de Belgrade, une grande importance doit être attribuée aux couches miocènes (II^e méditerranéen ou Vindobonien) qui contiennent des algues, des coraux, des bryozoaires, etc... et qui affleurent à Tachmaïdan et dans la rue Krunska où ils se trouvent immédiatement au-dessous de la surface.

2° Ces couches du Miocène moyen sont recouvertes du côté de la Save par les couches sarmatiennes inférieures. Au-dessus de celles-ci on observe des couches assez épaisses d'argile inférieure à Congeria.

3° Du côté danubien du tunnel, il n'existe pas de Sarmatien certain. Les calcaires qui appartiendraient à cet âge y sont en contact avec les argiles à Cypzris qui sont probablement pontiennes. L'assymétrie dans la disposition des sédiments est probablement due à la faille Kara-Burma-Rakovica (P. Petković).

4° L'inclinaison de ces formations sur les versants de la colline de Belgrade peut être supposée comme périclinale à l'origine. Les sédiments plus récents seraient venus se déposer sur des couches déjà inclinées en éprouvent leurs formes. Cette inclinaison originelle est caractérisée par le fait que l'angle d'inclinaison des couches diminue progressivment en descendant du coteau vers le fleuve jusqu'à ce qu'elles deviennent presque horizontales.

5° Comme conséquence des failles et de l'inclinaison de ces couches inférieures sarmatiennes et des couches inférieures à Congeria des deux côtés du tunnel, on les observe sur une grande épaisseur.

6° La limite entre le sarmatien inférieur et les formations inférieures à Congeria peut être constatée conditionnellement par la présence de *Origoceras*, *Congeria* et des petits Cardites.

D'une manière générale, il est extrêmement difficile de donner des coupes géologiques assez précises, nécessaires aux grands travaux techniques comme les tunnels, les grands collecteurs, les adductions d'eau et tous ces projets seront incomplets faute de sondages et d'autres travaux nécessaires pour ces études.

1. V. Laskarev, *Annales géologiques de la Péninsule Balkanique*, t. XI, p. 158. Belgrade, 1932.

Zonings géologiques de Belgrade (1).

De nos études géologiques, nous pouvons tirer une conclusion qui nous permettra d'apprécier la valeur géologique du sol, appliquée pour déterminer les zones géologiques de Belgrade. Autrefois, chaque grande ville était conçue par des ingénieurs et des urbanistes qui présentaient un plan de zonings indiquant les zones suivantes : industrielle, commerciale, centre administratif, habitations de luxe, habitations collectives, habitations individuelles, habitations à bon marché, parcs, jardins, squares, gares, ports, etc... Nous désirons que le futur problème de la ville soit examiné sur la base des conditions naturelles, c'est-à-dire géographiques, géologiques et climatologiques, avant de déterminer les zones conditionnées par l'économie, l'industrie, le commerce et autres. Encore mieux, nous désirons que les problèmes de la ville soient en harmonie parfaite avec les conditions naturelles, économiques, politiques, nationales, régionales. Ceci doit permettre d'éviter le plus possible les erreurs des anciens plans, surtout pour les villes de réaménagement, les villes historiques et anciennes qui se sont développées plutôt anarchiquement sans règle, sans condition préalable inspirée par la nature. Dans la suite de leur évolution, l'urbanisation est devenue un problème de premier ordre pour leur existence, afin de pouvoir donner aux collectivités toutes les nécessités de la vie urbaine. Nous croyons que, de ce point de vue, Belgrade est un exemple typique où toutes les méthodes de l'urbanisme moderne peuvent être appliquées.

Certains quartiers futurs de la grande Belgrade, qui sont encore vides, seront destinés, dans un certain temps et à la suite du développement de l'industrie et du commerce, à être placés au premier rang par l'aménagement urbain. Ces problèmes futurs, que nous pose déjà le développement gigantesque de la capitale de la Yougoslavie, comme grand centre de commerce, grand port sur la Save et le Danube, le nœud des communications terrestres (chemin de fer, routes internationales), avec d'autres pays de l'Europe et du Proche-Orient, sont

1. Sous le « zoning géologique » nous comprenons : la délimitation de zones sur la base de leurs caractéristiques géologiques (composition du sol, résistance à l'écrasement, etc.) en liaison avec les diverses nécessités urbaines.

ING. URB CHÉMSO DÉRVICHEVITCH.

dominés par les conditions naturelles et économiques. Aménagement des quartiers industriels, habitations, parcs, jardins, adduction d'eau sont tous conditionnés par les facteurs géologiques, géographiques et climatologiques. Et en déterminant les zones géologiques nous voulons élargir l'horizon de l'urbanisme sur les problèmes de la ville.

On a vu dans nos précédentes études, que Belgrade est située au carrefour des routes fluviales et terrestres sur le confluent de la Save et du Danube. Sa région est constituée de terrains bas (Pantchevatchki Rit, Zemunsko Polje) et de terrains hauts (la crête de Belgrade). C'est l'action du lac Pannonien qui a formé le relief actuel de cette ville. On a vu l'évolution géologique des couches des époques tertiaires et crétacées et des roches magmatiques. A Belgrade, on trouve les conséquences de cette évolution naturelle, comme par exemple la terre glissante, la terre avec l'eau souterraine et surtout les plaines fluviales avec les couches de sédiments fluviaux récents.

Nous donnerons sur le cas de Belgrade, 6 zones géologiques indiquant quelques-unes par l'époque géologique et d'autres par les caractéristiques naturelles.

I. — Zoning du crétacé.

Les couches du Crétacé qui forment la base du terrain de Belgrade se présentent comme les plus anciennes roches sédimentaires de cette région.

Les couches du Crétacé que nous appelons le Zoning Crétacé sont composées : de calcaires, grès et argiles schisteuses (de Gosau), marnes, phitanites du crétacé inférieur, calcaires du faciès urgonien, grès et argiles du faciès de Flysch du crétacé inférieur. Cette zone est présentée à Belgrade par Toptchidersko Brdo, Toptchidère, Dedinje, Banjitchka Reka, ensuite par Banovo Brdo, une partie ouest du village Žarkovo au bord même de la plaine Makich, ensuite Košutnjak, deux rives de Toptchidèrska Reka, Straževica, Kijevo, Duboki Put, Švabinac, deux rives de Kijevatchki Potok, Sastavci, Plandichte, Sikiljevac, Dubaka Jaruga, Orlovac, Delovi, deux rives de Pariguz Potok, Stubline, Taborište, la partie Est et Nord du village Pinosava, Avala, partie Sud du village de Beli Potok et prolongation d'Avala au

Sud. Ensuite à l'Ouest de la plaine Makich, une partie du village Ostružnica et deux rives de Rvenica Reka et la falaise du même village au bord du Makich et jusqu'au village du Željeznik. Cette zone du crétacé est la plus solide pour les constructions, les couches sont imperméables, bien stratifiées ; ces couches ne glissent pas.

Sur cette zone est installé le quartier de cité Jardins, c'est Senjak, Toptchidèrsko Brdo et surtout Dedinje et c'est le plus beau quartier résidentiel de Belgrade pendant l'été. Il y a aussi quelques inconvénients : 1° l'éloignement du centre de Belgrade ; 2° les moyens de transport insuffisants (une ligne de tramways, une ligne d'autobus et, plus loin, le chemin de fer de Toptchidère) ; 3° le plus grand inconvénient est d'ordre climatique : cette partie est exposée au vent SE, dit Kochava et pratiquement assez difficile à habiter l'hiver. Une autre remarque : on ne tient pas assez compte de la proportion entre le relief du sol, les constructions et le pourtour de relief, c'est-à-dire l'équilibre naturel.

Les canalisations et adductions d'eau sont insuffisantes.

La résistance à l'écrasement des roches de cette zone varie avec leur composition, mais en général, par mesure de prudence, on prend pour la construction de 1/8 à 1/15 de charge limite.

II. — Zoning tertiaire (Zoning Miocène).

Les formations tertiaires sont les plus importantes pour la ville de Belgrade au point de vue géologique, car la plus grande partie de la ville actuelle est installée sur elles. Le Tertiaire de Belgrade est divisé en Pliocène, Miocène et Oligocène, mais sous la ville actuelle, c'est-à-dire sous la crête de Belgrade, entre le ruisseau Tchouboura et Boulboudère, se rencontrent les couches de l'époque Miocène seulement. Les deux ruisseaux, pendant l'époque pliocène, ont joué un grand rôle dans la formation du relief actuel de Belgrade, car l'ancien golfe de Boulboudère a joué un rôle morphologique pendant un stade d'abaissement du lac pannonien de cette époque. C'est à l'Est de Belgrade que se trouve une zone limitée par le Danube, aux abords du village Vichnjica, par toute la falaise de la côte danubienne, en passant par le village V. Selo et jusqu'à Vintcha, où passe provisoirement la limite par le petit fleuve Boletchica Reka jusqu'en amont de Rakovica (Selo). La limite passe ensuite au Sud du village Resnik et de là elle tourne par le Rako-

vatchka Šuma, au Sud et à l'Ouest de Barutana vers Rakovatchka Šuma. Plus loin, elle descend jusqu'à Rakovica et passe au pied de la source de Banjska Reka, au Sud-Est du village Banjica, par la crête droite du Toptchidersko Brdo et descend jusqu'à la place Mastar. De là, la limite passe jusqu'à Bara Venetia et retourne par les rues Strosmajerova, Balkanska, au-dessus de la rue Bosanska et au-dessus de Kosančičev Venac à la falaise de Kalimegdan. Elle fait le tour de la forteresse et passe ensuite au-dessous de la rue Dušanova et Radnička et, de là, vers le pont Pantchevo sur le Danube et ensuite par le même bord du Danube jusqu'au village Vichnitca (Višnjica).

Dans ce rayon du zoning Miocène sont compris la plupart des villages de l'Est et du Sud de Belgrade, ce sont : Vichnica, Slanci, Mirijevo, V. Selo, M. et V. Mokri-Lug, Kumodraž, Jajinci, Rakovica, Resnik, Pinosava, une partie de Beli-Potok, Zuce, Boletch, Kaludjerica, Ritopek, Vintcha, ensuite à l'Ouest, Pečani, Željeznik, Žarkova. Dans les limites de cette zone, on distingue deux zones secondaires : une, autour du ruisseau Tchouboura, et sur la rive gauche du ruisseau Boulboudère, la zone dite « le zoning de l'eau souterraine » ; l'autre zone secondaire entre le ruisseau Boulboudère et le Danube, la zone dite : « le zoning glissant ».

Ce « zoning Miocène » est composé par des couches du Sarmatien (Vindobonien) : cailloux, sables (couches inférieures à Congeria), calcaires, argiles (couches du Sarmatien inférieur), sables, argiles calcaire à Lithotamnium, calcaires récifaux à lithotamnium et coraux, enfin argile à *Aturia Aturi* et à pleurotomes. Les couches de cet ensemble sont assez compactes. Leur résistance varie suivant leur composition et le pourcentage de sable, mais d'une manière générale, pour la construction on admet une résistance de 1-8 kgr. par 1 cm² (argile molle de 1-3 kgr./cm², argile moyenne de 2-3 kgr./cm², argile très compacte de 5 à 8 kgr./cm², argile sablonneuse de 1,5-2 kgr./cm²). La plus grande partie de Belgrade est construite sur ces couches miocènes, c'est pour cette raison qu'on peut l'appeler le « zoning Miocène ». Sur la surface même de cette zone, constituée par les lœss et la terre végétale, l'eau stagne quelquefois, parce que l'argile sous-jacente est imperméable. Il faut donc prendre les mesures (canalisations, bonnes conduites de pluies, de neige fondue et de l'eau usée) pour éviter l'humidité autour des habitations.

Dans ce zoning tertiaire, nous avons aussi quelques couches du Ploi-

cène composées par l'argile à *Congeria Rhomboidea* Horm (l'étage Pontien) et la couche supérieure à Congeria. Cette dernière couche affleure entre le village Resnik et Pinosava et, en une zone assez large, jusqu'à Zavojnitchka Reka. En outre, on y trouve de l'oligocène, composé par les couches de Sotzka (Oligocène supérieur), les argiles schisteuses et les grès avec des traces de charbon. Ces formations se rencontrent autour du village Slanci, et en zone mince à la limite de la plaine de Veliko-Selo avec la falaise danubienne, à l'endroit dit : Provalija et Vinogradi.

Ces deux zones sont assez éloignées du centre. La zone des couches oligocènes, qui se trouvent dans le village Slanci, est réservée sur le plan futur comme zone industrielle de Belgrade. Les couches de ces deux zones (Pliocène et Oligocène) sont bien compactes et bonnes pour la construction.

III. — Zoning d'eau souterraine.

Cette zone appartient au zoning Miocène, avec cette différence que les formations qui la définissent renferment beaucoup d'eau souterraine. Elle se trouve des deux côtés de la crête de Belgrade, l'une vers le ruisseau de Tchouboura et l'autre vers le ruisseau Boulboudère. Les couches de cette zone sont composées par des calcaires et des argiles (Sarmatien inférieur). Au-dessous viennent les argiles calcaires et les sables du II Méditerranéen et les couches d'argiles, sables et calcaires du Sarmatien. Cette zone est marquée par l'abondance d'eau souterraine, en général provenant des pluies et de la neige fondue. Les couches inférieures étant plus imperméables que les supérieures, l'eau d'infiltration se réunit en ruisseaux souterrains en provoquant des inondations dans les caves et quelquefois même des glissements de terrain. Ces glissements sont provoqués davantage sur la côte qui est assez abrupte, et l'eau souterraine facilite le glissement vers le ruisseau de Tchouboura. Cette zone est limitée au Sud-Ouest par le ruisseau Tchouboura ou Mokrolouchki Potok et, une ligne étroite du côté gauche du même ruisseau. Du côté Nord elle est limitée par une partie de la rue Bosanska, une partie de la rue Admirala Geprata, par le Bd Oslobodjenja et la source du ruisseau Tchoubourski ; sa limite passe ensuite vers la source du ruisseau Mokrolouchki Potok dans le village de M. Mokri-Lug.

Du côté droit de la crête de Belgrade, elle provoque le même glissement du terrain. Les couches sont constituées par les cailloux, les sables (couche inférieure à Congeria) et au-dessous de ces couches se trouve le IIe Méditerranéen (argiles, calcaires, sables) et le Sarmatien (argiles, sables, calcaires).

On a vu dans notre précédente étude sur la plate-forme de Belgrade, que l'ancien golfe, actuellement le ruisseau Boulboudère, a passé par un stade d'abaissement du lac pannonien. C'est autour de la terrasse d'abrasion de ce stade que se produit aujourd'hui l'infiltration de l'eau, provoquant quelquefois même des glissements du terrain du côté du ruisseau Boulboudère et Tchouboura.

Une coïncidence de deux phénomènes naturels d'ordre différent, laisse supposer entre eux une certaine liaison. Ces deux phénomènes sont, d'une part, l'abaissement du lac pliocène pendant le stade de Belgrade, et d'autre part, la circulation de l'eau souterraine filtrant vers les ruisseaux Tchouboura et Boulboudère.

Sur cette zone, un contrôle rigoureux doit être établi pour la surveillance des constructions, des canalisations, d'adduction d'eau, sondages, etc..., afin que le creusement des couches en question soit réglé d'une manière satisfaisante pour empêcher l'eau souterraine et le terrain glissant, de provoquer le moins possible de dégâts.

IV. — Zoning du terrain glissant.

Cette zone appartient à la deuxième zone secondaire du zoning géologique Miocène. Elle est composée par les couches à Congeria inférieures (cailloux, sables), et, au-dessous, par l'argile à Congeria et l'argile sarmatienne et enfin par le calcaire du Sarmatien, bien stratifié et compact. Cette zone glissante est limitée au Sud-Ouest par le ruisseau Boulboudère ; la limite du côté Est est de la cote 253 (Veliki Vratchar) en ligne droite vers le Danube. Du côté Nord, c'est le Danube.

En étudiant les couches de cette zone glissante, on constate que les couches inférieures sont inclinées des deux côtés de la crête de Belgrade, leur inclinaison diminue progressivement jusqu'à la rive droite du Danube et de la Save.

Ce glissement est provoqué :

1° Par l'eau souterraine venant de la crête de Belgrade, alimentée

par les infiltrations des eaux de pluie et de fonte de neiges, au travers des couches supérieures beaucoup plus perméables que les couches inférieures.

2° Par les dislocations du terrain de la rive droite du Danube facilitant ce glissement en enlevant le talus supérieur et laissant place aux autres couches venant du haut.

3° Par les creusements des couches pour constructions laissant des places vides entre les couches déjà en mouvement.

La bordure droite du Danube est composée par les argiles et calcaires du Sarmatien, masse solide, compacte, constituant un môle résistant et ce sont seulement les couches supérieures qui sont exposées au mouvement de glissement vers le Danube.

On peut remarquer une petite région, où la terre glisse constamment, faisant des dégâts considérables. C'est un petit cercle au bord de la rive droite du Danube, à quelques centaines de mètres du pont de Pantcheno vers le village Vichnitza.

Toute cette région est en mouvement constant. C'est pour cette raison que le Ministère des Communications ne veut pas construire une ligne de chemin de fer vers le village Vichnitza au bord du Danube.

Ce mouvement de glissement du terrain présente un danger constant pour un quartier entier, et déjà ce glissement du terrain est visible dans l'Av. Aleksandrova, où il a provoqué quelques fissures dans l'immense construction de la Faculté Technique. Ici, il faut créer des Commissions spéciales, pour régler le problème d'aménagement de ce quartier. Surtout, il faut consulter les géologues qui depuis des années ont montré le danger pour cette partie de la ville et prendre les mesures pour empêcher, si possible, la catastrophe qui serait plus grande qu'on ne le suppose en ce moment.

Des règlements de construction sont nécessaires, surtout pour les fondations de chaque maison qui doivent avoir des pilotis plus profonds et d'une longueur approximative de 10 à 45 m. allant jusqu'aux couches calcaires. Construire plusieurs barrages souterrains, en béton armé ; habitations clairsemées dans ce quartier ; autoriser seulement les constructions de maisons d'un étage avec des fondations spéciales ; éviter le plus possible les canalisations de direction contraire au mouvement de glissement du terrain ; construire un quai sur le Danube pour empêcher l'enlèvement des couches supérieures et surtout, empêcher

le creusement des couches par le Danube. Naturellement, tous ces problèmes exigent des crédits énormes pour des travaux aussi vastes et grands. Mais la ville se développe de plus en plus, et les travaux de ce genre seraient moins coûteux que ceux qui seraient à faire après une catastrophe imprévisible.

V. — Zoning des sédiments fluviaux ou zoning fluvial.

On a vu dans notre précédente étude, que Belgrade n'est plus limité à la crête qui s'élève du confluent de la Save et du Danube vers le Sud-Est, mais aujourd'hui, c'est une ville qui s'élargit au delà de la Save et du Danube. Ce ratachisme a donné à Belgrade un vaste terrain plat — la plaine fluviale des deux côtés de la Save et une grande plaine danubienne ou Pantchevatchki Rit. Ce terrain plat va jouer un rôle très grand dans l'aménagement futur de la grande Belgrade ; premièrement, par sa situation entre trois villes : Belgrade et Zemun, Belgrade et Pantchevo et Zemun et Pantchevo et, deuxièmement, parce qu'il se trouve entre la Save et le Danube.

L'aménagement sera assez important, surtout pour le port de Belgrade sur la Save et sur le Danube et les quartiers avoisinants.

Dans notre plan des Zonings géologiques de Belgrade, nous avons indiqué la zone inondée par la Save et le Danube, par les lignes disjointes. C'est la zone des sédiments fluviaux. Toute cette zone représente les anciens lits de ces deux fleuves, et comme témoins de ces lits, se trouvent les petits fleuves presque stagnants dans cette vaste et large plaine.

La zone fluviale occupée actuellement par la ville de Belgrade s'étend entre les falaises de Belgrade et de Zemun des deux côtés de la Save, c'est-à-dire du confluent de la Save et du Danube jusqu'à Makich. Cette zone se trouve entre les deux plateaux de Zemun et de Belgrade, formant un rectangle de 7 km. 5 sur 5 km.

Mais ce rectangle se trouve considérablement aggrandi lorsqu'on l'envisage dans les limites de la grande Belgrade. Ses dimensions deviennent alors de 14 × 6,5 km. approximativement. Du côté danubien, c'est-à-dire de celui de Pantchevatchi Rit, la zone correspondante est beaucoup plus grande et est approximativement de 30 × 15 km. dans les limites de la grande Belgrade.

A Belgrade se sont rattachées plusieurs îles : celles de la Save (Ada

Ciganlija et autres) et celles du Danube (V Ratno Ostrvo (Ile de guerre), Kojara (Kožara), Huja, Forkontumac, Tchaklian (Čakljan), Stefana, Dada et Ada Startchevo (Starčevo). Ces quelques îles peuvent être aménagées comme centres de sports d'été.

Ce zoning fluvial est composé par des sédiments fluviaux de sable fin, sables grossiers, sables argileux, cailloux (voir les coupes dans *Hydrologie de Belgrade*). La surface est constituée de terres végétales d'une épaisseur de 0,20 à 1, m. La grande partie de cette zone est toujours couverte par l'eau stagnante et les marais. infiltrations venant des fleuves par le chenal des anciens lits de la Save et du Danube. Et comme ce terrain est plat, l'eau de la surface ne s'écoule que lentement vers les fleuves. Et c'est ainsi qu'une grande partie de ce terrain est envahie par les tourbières.

Ce terrain est théoriquement inhabitable en raison de l'eau souterraine, de l'humidité et surtout des sables mouvants qui se trouvent en profondeur à 1 m. 20. Le problème de canalisations est difficile à résoudre. Le terrain n'est pas solide pour la construction, parce que l'eau souterraine est abondante, surtout au printemps, quand le niveau des fleuves est très haut.

La résistance à l'écrasement du sable est de 1 à 5 kgr./cm² ; pour le sable argileux, la résistance n'est plus que de 1 kgr./cm². Il faut également tenir compte des gros cailloux dans les couches inférieures, qui se tassent sous la charge et avant de construire il faut prendre des précautions en enfonçant des pilotis. Ces zonings devraient être aménagés exclusivement pour les foires, parcs de sports, port et docks, gares de marchandises et non comme quartier présidentiel.

Si on veut construire sur cette zone un quartier d'habitation, il faut prendre des précautions spéciales, pour que les futures maisons soient isolées de la surface de la terre, c'est-à-dire sur pilotis, en laissant une place vide et ouverte entre le 1er étage et la surface, en raison de l'humidité et de l'eau souterraine.

Cette zone est très importante pour la future Belgrade : pour son évolution commerciale et industrielle. Il faut prendre déjà d'avance toutes précautions nécessaires pour un aménagement propre, solide, et qui réponde mieux au développement de la future agglomération.

VI. — Zoning du lœss et du tchernoziom.

Cette zone se trouve principalement autour des villes de Zemun et de Pantchevo, c'est-à-dire au delà de la Save et du Danube. Dans notre étude du lœss des environs de Belgrade, nous avons décrit les formations lœssiques dans cette région. D'après V. Laskarev ce sont les sédiments éoliens amenés par les vents et déposés sur ce terrain. On a vu que dans la région de Belgrade existaient hypothétiquement quatre époques glaciaires et trois époques interglaciaires avant l'époque actuelle ou postglaciaire. Le lœss de Zemun est d'une épaisseur de 30 m. et il est divisé en 5 étages par des sols enterrés. C'est une zone spéciale par certaines caractéristiques pédologiques ainsi que du point de vue technique, pour la construction de travaux souterrains, notamment des canalisations et d'adduction d'eau.

Au point de vue agricole cette région de lœss est extrêmement importante.

La résistance des couches de lœss est 1,5 à 2,5 kgm./cm². Seulement, il faut noter que les variations dans le pourcentage d'eau souterraine, ou une sécheresse continue peuvent avoir des conséquences assez graves pour la construction et d'autres travaux. Si ce cas se présente, il faut prendre des précautions par pilotis pour assurer la stabilité des fondations des constructions.

La zone de tchernoziom se trouve sur la rive gauche du Danube, notamment autour de la ville de Pantchevo.

Le tchernoziom a comme caractéristique pédologique qu'il se trouve à la limite entre la zone aride et la zone humide, donc il est typiquement zonal. Il a un seul horizon d'accumulation, c'est l'horizon de l'humus. Tchernoziom est très riche en restes végétales. Toute la région de tchernoziom de Pantchevo est entourée par la terre de marais provenant par l'infiltration du Danube. Pour l'agriculture cette région est extrêmement fertile, notamment pour l'agriculture industrielle.

La zone de tchernoziom se trouve autour du village Ovtcha (Ovča), Bortcha (Borča) et surtout autour de la ville de Pantchevo. Pour les travaux souterrains, il faut prendre des précautions spéciales notamment pour les canalisations et adductions d'eau. La résistance varie entre 1 et 1,50 kgr./cm². Comme l'eau stagne toujours autour de cette région, le tchernoziom est toujours humide, et c'est très important

pour le futur zoning de la grande Belgrade pour délimiter les quartiers industriels et d'habitations.

Hydrologie de Belgrade.

La Save et le Danube.

Ces deux fleuves appartiennent au bassin pannonien. Par certains indices on peut supposer que les deux fleuves n'avaient pas leurs cours dans la même direction, c'est-à-dire que leurs lits ne se trouvaient pas à l'endroit où ils se trouvent maintenant. V. Laskarev suppose que la Save pendant la formation du I et II lœss se jettait dans le Danube en un autre endroit : elle aurait suivi le fleuve Bosut (dans le Srem), la vallée Ervenica (à côté de la ville Vinkovci), atteint le fleuve Vuka et par là se serait jetée dans le Danube, à côté de la ville Vukovar. Le Danube également a eu un autre tracé vers l'Est. C'est seulement au cours de l'époque récente qu'il a pris le parcours actuel profitant du plateau de Tutel et de la faille de St-Slankamen. Est-ce que ce changement a été provoqué par les soulèvements des lits ou par l'accumulation du lœss en cet endroit, provoquant le changement de la direction de ces deux fleuves ? Si on suppose que cela peut être exact, Belgrade n'était autre chose qu'un plateau élevé du bassin pannonien. Mais, sans doute, une petite rivière devait couler à côté de Belgrade, peut-être dans le même sens que la Save et le Danube d'aujourd'hui, avec quelques rectifications possibles, dans laquelle se déversaient d'autres petits fleuves et des ruisseaux des environs de Belgrade. Ce qui frappe, dans ces deux fleuves, c'est que les rives droites sont beaucoup plus élevées que les rives gauches, presque abruptes, formant une longue falaise côtière, quelquefois dépassant 100 m. de hauteur. Les hautes rives droites de ces deux fleuves sont d'origine tectonique et leurs escarpements ont changé leurs formes, premièrement par l'érosion lacustre et après, par l'érosion fluviale.

La Save, à côté de ses plaines de la rive gauche a, du côté droit, quelques plaines fluviales : Bara près d'Umka, Bara Venise à Belgrade (à côté de la gare du chemin de fer) et surtout la plaine Makich (Makiš). Ces terreplats sont de véritables plaines alluviales avec les

sédiments alluviaux d'une grande épaisseur. Ici, on peut remarquer que la Save a creusé son lit, car sur les escarpements il n'y a pas de terrasses fluviales. On peut néanmoins constater que, d'une manière générale, la Save alluvionne.

Par les fossiles fluviaux qui ont été trouvés dans la plaine Makich (Makiš) on peut supposer que la Save a existé déjà à ce même endroit comme un fleuve de l'époque post-diluviale.

Par contre, le Danube a une autre caractéristique que la Save. Les plaines de sa rive droite ne sont pas si grandes, ni si nivelées que les plaines de la Save. Sur la rive droite du Danube, on peut constater deux terrasses de 5 et 15 m., qui ont un caractère de terrasses fluviales. Sur cette rive, composée de lœss, on a trouvé dans ces derniers à côté des *Helix*, des fossiles d'eau douce comme *Planorbis*, *Vivipara* et autres. D'après ces quelques détails on peut supposer que le Danube a existé au même endroit pendant le quaternaire.

D'après P. S. Jovanović, deux suppositions sont permises :

1° Que les terrasses fluviales doivent correspondre aux terrasses diluviales constatées à Djerdap (Les Portes de Fer), que ces terrasses doivent avoir les mêmes niveaux, et que le bassin pannonien a baissé et avec lui le fond du Danube. Si on peut supposer cela, les terrasses du Danube doivent avoir le même niveau que les terrasses des Portes de Fer. Mais ici ce n'est pas le cas, car les terrasses des Portes de Fer sont plus élevées que les terrasses danubiennes et elles se trouvent à 10, 27-30 et 60-65 m. Le Danube devait avoir aussi des terrasses sur la rive gauche. On n'a pas pu le constater jusqu'à présent.

2° Que le bassin pannonien s'est abaissé suivant les escarpements actuels et avec lui le lit du Danube ; les terrasses sont restées comme les témoins des niveaux supérieurs. Aussi, l'argile pliocène dans le bassin se trouve à une grande profondeur et les sédiments diluviaux et alluviaux sont d'une grande épaisseur et, par conséquent, le Danube a couvert par ces sédiments cette plaine abaissée.

De même, aux Portes de Fer on constate que le bassin pannonien est en abaissement continu et que la différence de niveaux entre le bassin pannonien et celui du Pont s'accentue de plus en plus (1).

On a constaté que sur la Save il n'existe pas de terrasses ; on

1. P. S. Jovanović, *Pribrežni Jezerski Reljef.* (thèse, 1922).

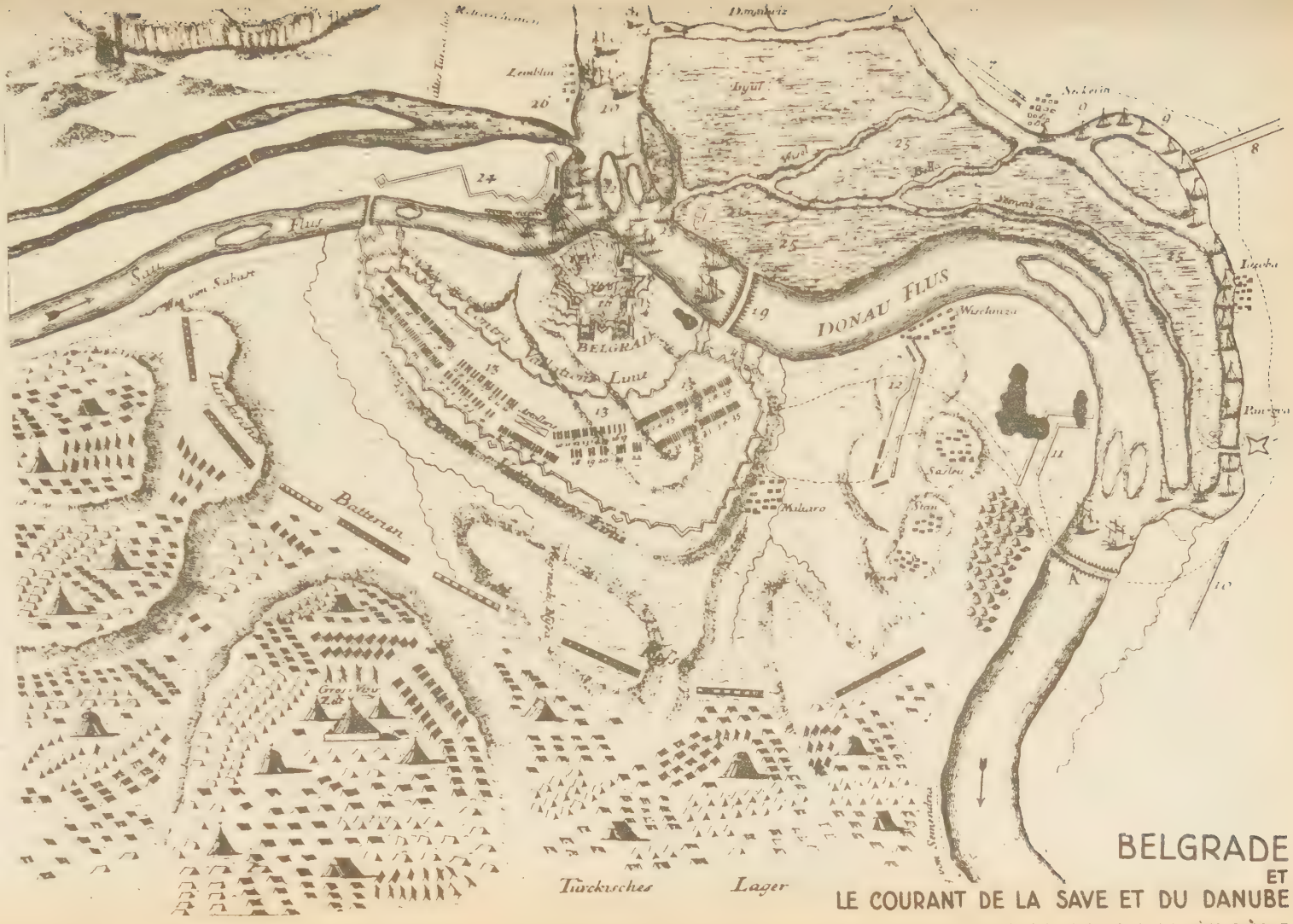
peut croire que du côté de la Save l'abaissement était beaucoup plus faible que du côté danubien, car les couches sarmatiennes horizontales sont plus stables et cohérentes. Aussi du côté de la Save, les escarpements sont éloignés du cours d'eau et il a existé un équilibre d'abaissement entre les escarpements et les plaines alluviales.

Nous pouvons constater encore quelques petits et courts fleuves dans le bassin pannonien autour de Belgrade sans grande importance pour le relief de cette région. Mais on peut supposer que ce sont les témoins des anciens lits de la Save et du Danube. Car, pendant leur évolution la Save et le Danube ont changé leur cours. La Save a pu changer beaucoup moins son lit, parce qu'elle se trouve entre deux plateaux, celui de Belgrade (120 m.) et celui de Zemun (100 m.) dans un passage qui n'a pas plus de 2-3,5 km. de largeur. Tandis que le Danube a eu, à sa disposition beaucoup plus d'espace entre Zemun, Belgrade et le fleuve Tamich (Tamiš) distant de 20-30 km. C'est pour cela que les petits fleuves presque stagnants se trouvent plus nombreux du côté gauche du Danube dans le bassin pannonien que sur la Save. Parmi ces cours d'eau, on peut mentionner quelques-uns : Tamich, Dunavac, Sebez, Kalovita Reka, Šibnica. En outre on y rencontre plusieurs marais.

Sur la rive gauche de la Save, les anciens lits de certains petits fleuves sont moins importants.

Chaque cours d'eau possède un caractère particulier. Ce caractère est défini premièrement par la variation, dans le temps et dans l'espace, de la direction et des caractéristiques de son débit, de sa pente et de son lit. Ce caractère est, d'autre part, défini par l'étendue de son bassin d'alimentation, le relief et la position géographique de ce bassin, sa nature géologique et pédologique, l'importance de son boisement et de ses cultures ainsi que par l'importance, la fréquence et de la répartition dans le temps et dans l'espace des précipitations atmosphériques qu'il reçoit.

Si on regarde les anciennes cartes du XVI^e^ et XVII^e^ siècles, on peut constater aussi que la Save et le Danube avaient des cours différents de ceux d'aujourd'hui. Plusieurs branches du Danube étaient navigables, et, comme misérables vestiges de ces anciens cours, ne sont restés que de petits fleuves presque stagnants dans la plaine pannonienne.



BELGRADE
ET
LE COURANT DE LA SAVE ET DU DANUBE
A LA FIN DU XVII ème SIÈCLE

SAVUS FLUVIUS
DONAUS
DANUBIUS F.
DONAU STROM
Maasstab zum Plan.

On constate, également, que la Save et le Danube relèvent progressivement leur lit.

On le constate bien dans la coupe géologique du Danube (p. 80). Dans les vestiges des anciennes agglomérations préhistoriques (Vintcha) et l'agglomération romaine de Belgrade, on a constaté que les eaux de la Save et du Danube étaient montées de plus de 10 m. à Belgrade et de 15 m. à Vintcha. En effet, en regardant la coupe géologique du Danube, on voit que ce dernier est un fleuve accumulateur, car les sédiments fluviaux qui sont tassés sur les argiles sarmatiennes ont une épaisseur de 20 à 26 m. La Save, elle aussi, au moins près de Belgrade, a une action accumulatrice qui soulève son lit constamment.

Ces sédiments fluviaux sont, en général : composés de sables fins, sables grossiers, sables coquillés, sables et cailloutis, sables calcaires, sable argile. Dans les couches les plus inférieures, on a trouvé des ossements d'animaux préhistoriques.

Pendant l'assèchement d'une partie de la plaine de Zemun (près du confluent de la Save et du Danube), en 1938, on a amené sur cette plaine les sédiments fluviaux de la Save et du Danube, et on y a trouvé aussi des souvenirs des guerres qui se sont déroulées autour de Belgrade, depuis les Turcs jusqu'à nos jours.

Les pentes de la Save et du Danube sont assez faibles. On constate que la pente sur un kilomètre est de 4 cm. entre Zemun et Pantchevo sur le Danube.

TABLEAU N° 1. — *Niveaux extrêmes observés en* 1921 *et* 1924.

Villes	Fleuve	Altitude absolue du zéro	Maximum		Minimum		Ecart en m.
			Niveau	Date	Niveau	Date	
			m.		m.		
Zemun	Danube	67,76	7,09	16-17 V.1924	— 0,60	17-18 X.1921	7,69
Pantchevo	Danube	67,27	7,32	16.IV 1924	— 0,46	5.XI 1921	7,78
Belgrade II	Save	68,30	6,54	16-17 IV-1924	— 1,30	28.X 1921	7,84

La profondeur de la Save, en moyenne, est à peu près de 7,50 m., et celle du Danube est de 8 m. Mais la différence entre le niveau d'eau le plus bas et le plus haut du Danube est de 7,75 m. L'altitude de l'étiage du Danube est de 67,00 m. La profondeur moyenne du Danube n'est que de 3 m. Pour la Save, la différence entre le niveau le plus bas et le plus haut est de 7,84 m. Au niveau le plus bas de la Save, la profondeur moyenne n'est guère que de 2,70 m.

D'une manière générale, on considère que le débit de la Save et du Danube passent des deux tiers par le sous-sol et l'autre tiers dans le lit. En effet, en observant les lits de ces deux fleuves, on constate qu'ils sont très étendus en largeur et composé de sédiments très perméables. C'est à cette cause qu'on attribue l'existence des sables mouvants dans les plaines avoisinant ces fleuves, se trouvant quelquefois à une profondeur de 1,20 m.

Ces deux fleuves sont en hausse, généralement au printemps et, quelquefois, mais rarement, en été, hausse provoquée par les pluies. Le niveau bas est en hiver et en automne. Pendant les grandes inondations du printemps, toute la plaine autour de la Save et surtout autour du Danube aux environs de Belgrade est inondée sur une largeur de 20-35 km. et même davantage. On a alors l'impression de la naissance du lac pannonien de l'époque Miocène.

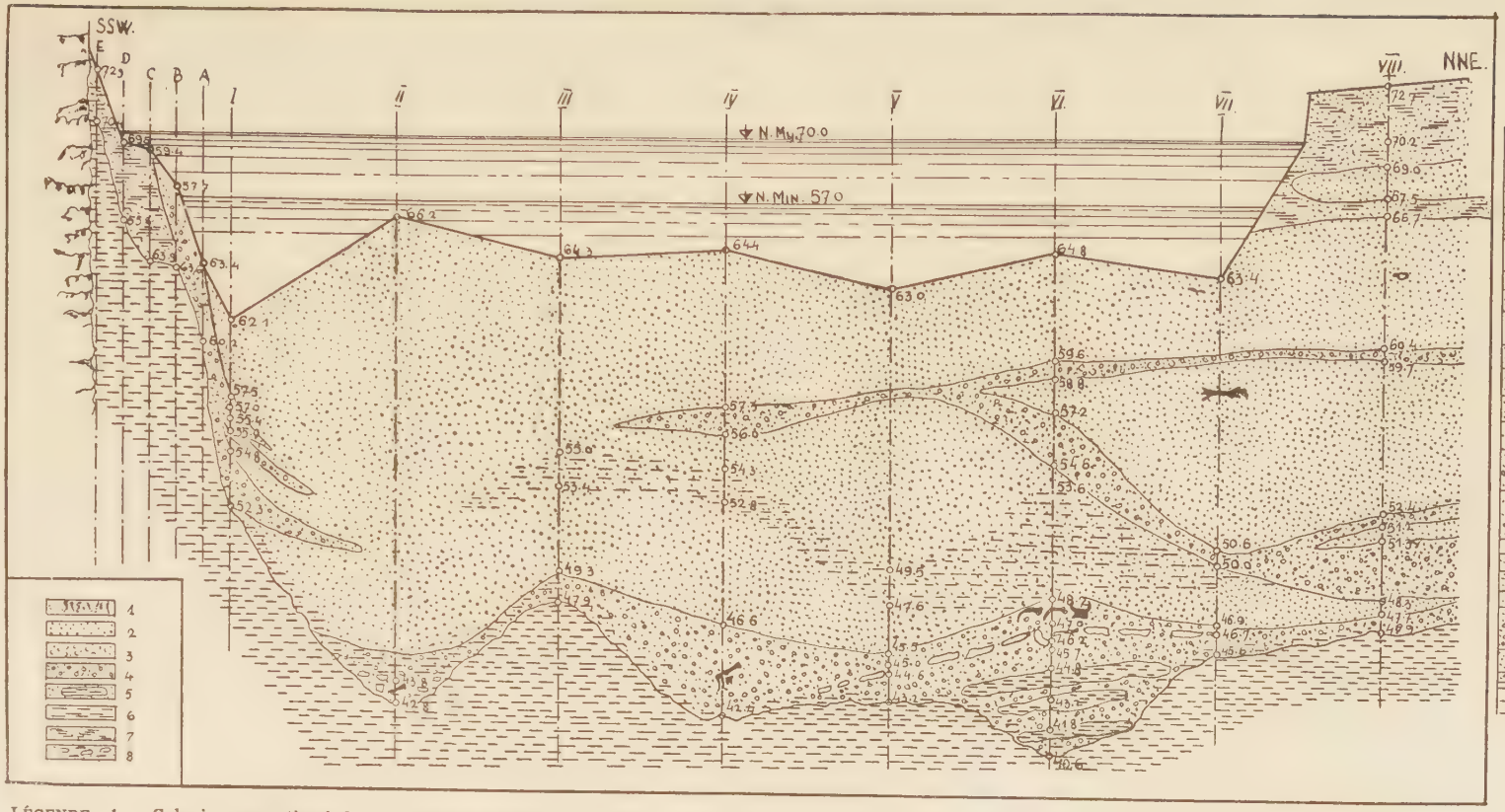
Malgré les digues qu'on a élevées autour du Danube, une grande partie du Pantchevatchki Rit est inondée par infiltration.

C'est pour cette raison qu'il faut prendre des mesures pour éviter l'inondation dans certains quartiers de la plaine de Zemun et surtout dans la plaine de Pantchevatchki Rit.

Belgrade, capitale de la Yougoslavie, a tendance à devenir un grand port sur le Danube pour les pays des Balkans et de l'Europe centrale. L'aménagement de quartiers de la Save et du Danube, de même que l'aménagement des ports de voyageurs sur la rive droite de la Save et de celui du Danube à Zemun, des ports de commerce sur le Danube ; du port spécial pour les matières inflammables sur la rive gauche du Danube, des quais et autres travaux techniques nécessaires à un port aussi grand que celui de Belgrade, nous oblige à étudier le niveau de ces deux fleuves.

D'après le tableau n° 2, on voit que le niveau varie d'année en année de 2 m. à peu près. Ensuite, quelquefois l'hiver est assez long,

COUPE GÉOLOGIQUE DU LIT DU DANUBE
(Pont de Pantchevo)



Légende : 1. — Calcaire sarmatien inf., 6 — Argile sarmatienne inf. (Flinz), 2 — Sable, 3 — Sable coquillier, 4 — Sable et cailloutis, 7 — Argile sablonneuse, [8] — Sable et calcaire, 5 — Sable et argile.
I. — VIII. Piles de pont, A – E Les sondages, N. My. — Niveau moyen, N. Min. — Niveau minimum du Danube (étiage).
P. — Sondage à Pantchevatchki rit.

L'échelle des hauteurs est 20 fois plus grande que celle des longueurs.

(*Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique*, vol. 15.)

et, régulièrement, les deux fleuves sont pendant l'hiver recouverts par les glaces et tout trafic fluvial est interrompu pendant 4 mois (décembre, janvier, février et mars).

Ce tableau nous montre l'importance des niveaux maximum et minimum dans les trois ports, ce qui est important pour le déchargement des bateaux et des péniches.

Pour les ports, il est d'une grande importance de savoir le nombre annuel de jours des niveaux différents, surtout pour le maximum et le minimum.

D'après le tableau nº 3, on voit que le niveau le plus haut était, en 1924, de 650 cm. au-dessus du zéro de l'échelle ; la durée n'a été que de 4 jours.

Le minimum est présenté en 1921 avec — 130 cm. au-dessous du zéro de l'échelle ; la durée n'a été que d'une seule journée. On peut dire, d'après ce tableau que les niveaux supérieurs à 360 cm. se sont maintenus 300 jours en 4 ans et que les niveaux inférieurs à 10 cm. se sont maintenus 150 jours au cours des mêmes années. Les installations du futur port de la Save et du Danube devront être étudiées en fonction de ces données.

TABLEAU N° 2. — *Niveaux extrêmes et moyens mensuels et annuels.*

Ville et fleuve	Altitude absolue du zéro de l'échelle	Année		J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Moyenne annuelle
ZEMUN (Danube)	67,76	1921	Max.	236	286	202	340	422	400	394	96	36	4	160	60	
			Min.	54	150	100	86	276	256	102	32	—8	—60	—50	—33	
			Moy.	171	212	151	175	359	315	213	54	17	— 37	73	4	142
		1924	Max.	296	276	467	709	686	572	478	345	354	229	192	190	
			Min.	158	117	162	484	586	430	205	204	240	107	73	43	
			Moy.	221	195	324	650	651	459	336	299	321	172	125	110	323
PANTCHEVO (Danube)	67,27	1921	Max.	208	265	180	314	391	377	372	68	4	—23	130	48	
			Min.	36	126	68	58	252	232	72	—2	—24	—44	—46	—37	
			Moy.	143	182	124	149	334	292	189	22	—11	—31	44	—13	119
		1924	Max.	292	248	440	732	700	580	462	294	302	176	130	142	
			Min.	150	82	134	456	597	415	144	149	186	50	12	—14	
			Moy.	218	166	296	662	666	460	300	247	269	115	66	56	293
BELGRADE (II) (Save)	68,30	1921	Max.	175	230	138	282	368	342	336	29	30	69	98	15	
			Min.	1	87	26	18	214	193	32	—33	—84	—130	—124	—99	
			Moy.	109	150	85	112	301	255	148	—12	—54	—104	2	—65	77
		1924	Max.	235	212	407	654	628	515	418	250	269	133	89	102	
			Min.	75	40	96	425	530	370	103	105	140	8	—27	—55	
			Moy.	159	126	259	593	596	410	253	204	227	76	25	16	245

TABLEAU N° 3. — *Tableau de fréquence de niveaux de la Save à Belgrade II.*

Année	Altitude absolue du zéro	650	640	630	620	610	600	590	580	570	560	550	540	530	520	510	500	490	480	470	460	450	440	430	420	410	400	390	380	370	360
1921			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
1922	68,30		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	5	6	13	14	14	12	10	7	9	9	4	5	2	2	3
1923			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	4	3	2	1	2	6	9	12	10	8	9	5	9	9	9
1924			4	4	4	10	7	3	7	10	2	1	—	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	4	6	3	6	9

Année	350	340	330	320	310	300	290	280	270	260	250	240	230	220	210	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60
1921	2	5	7	2	3	3	8	4	3	2	2	3	3	9	9	7	8	3	4	4	3	6	12	8	5	26	11	6	9	4
1922	2	2	4	1	2	7	1	3	6	4	4	5	5	9	4	12	17	10	8	9	8	6	6	8	10	11	5	5	12	14
1923	5	3	12	7	8	7	9	7	6	6	3	1	7	4	8	6	6	7	9	6	4	4	6	12	7	3	4	3	4	8
1924	4	2	4	1	4	3	2	3	3	8	9	9	10	6	14	8	8	9	7	7	8	8	7	11	11	11	9	7	7	8

Année	50	40	30	20	10	0	—10	—20	—30	—40	—50	—60	—70	—80	—90	—100	—110	—120	—130	—140
1921	10	9	11	8	8	10	12	11	14	10	6	4	13	14	11	10	5	11	1	—
1922	7	5	10	1	3	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1923	8	6	7	9	8	10	13	7	5	5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1924	3	5	4	6	14	4	2	3	14	1	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—

CHAPITRE TROISIÈME

CADRE CLIMATOLOGIQUE

Dans la climatologie on étudie la manière dont se produisent, en-chaque lieu, les divers phénomènes météorologiques, les relations de ces phénomènes entre eux, l'influence des conditions géographiques et topographiques, les rapports de ces phénomènes avec le développement des végétaux, la vie des animaux, la santé publique, etc... La climatologie n'est pas autre chose qu'une partie de la météorologie générale. Chaque région est déterminée au point de vue climatologique, par quelques facteurs principaux, parmi eux les plus importants sont : ses coordonnées géographiques, sa distance de l'océan et son altitude. Belgrade est totalement ouverte à l'Ouest, au Nord et au Nord-Est. Tous les éléments climatologiques sont en corrélation avec ces facteurs, mais le climat est assez caractérisé par ses éléments principaux : la température de l'air, la pression atmosphérique, et le vent ; à côté ce ceux-ci, on prend aussi pour sa portée pratique, la nébulosité et l'humidité atmosphérique.

1° La température de l'air.

La marche annuelle de la température à Belgrade est bien déterminée ; la variation annuelle de la température moyenne mensuelle atteint 23,4° C. Les variations de la température moyenne du même mois des différentes années sont résumées dans le tableau ci-dessous, qui contient les températures moyennes de la période de 1888 à 1926, ensuite les températures extrêmes, c'est-à-dire les plus basses et les plus hautes du même mois enfin l'amplitude ou l'écart des températures extrêmes moyennes mensuelles :

Tableau N° 1.

Mois	J.	F.	M.	A	M.	J.	J.
Température moyenne 1888-1926	—0,8	1,2	6,6	11,4	16,6	19,5	21,7
La plus basse (1913-1926)	— 9,4	— 4,8	2,1	8,2	13,0	17,6	18,2
Année	1893	1891	1907	1912	1902	1925	1913
La plus haute (1913-1926)	4,9	7,3	10,3	15,2	20,1	22,3	24,7
Année	1921	1925	1916	1920	1908	1927	1894
Amplitude	14,3	12,1	8,2	7,0	7,1	4,7	6,5

Mois	A.	S.	O.	N.	D.	Ann.	Variations
Température moyenne (1888-1926)	21,2	17,2	12,5	6,0	1,7	11,2	23,4
La plus basse (1913-1926)	18,5	12,0	7,6	1,2	— 3,3	9,92	
Année	—	1912	1905	1888	1889	1888	29,8
La plus haute (1913-1926)	24,6	20,7	17,7	13,0	6,1	12,95	
Année	1890	1918	1907	1926	1909	1923	20,1
Amplitude	6,1	8,7	10,1	11,8	9,4	3,03	—

Ces chiffres nous montrent que les mois d'hiver ont la température plus instable (amplitude moyenne 11,6°) que les mois d'été, où les variations de la température la plus basse et la plus haute sont assez faibles (amplitude moyenne 5,4°). L'écart de la température du mois le plus froid (— 9,4°) et du mois le plus chaud (24,7°), égal à 34°,1 C.

est sensiblement plus grand que la variation de la température annuelle moyenne, qui n'atteint que 26°,3 C.

Il est caractéristique que la moitié des mois d'hiver (écart négatif) a un écart négatif de la valeur moyenne plus grand que l'écart positif des autres mois de la même saison, tandis que dans les trois mois d'été c'est le cas contraire. Cela signifie que dans les mois d'hiver, la radiation nocturne est plus fréquente et les jours plus courts, ce qui est favorable à l'abaissement intensif de la température. Tandis que, dans les mois d'été l'insolation est plus fréquente avec tendance à l'augmentation de la température. Dans toutes les grandes villes, l'influence des fumées peut diminuer la radiation du soleil, et à Belgrade, la diminution de la température provoquée par la fumée peut atteindre approximativement de 2-3 %.

On peut obtenir de meilleures précisions sur la variation de la température, si l'on fait la comparaison entre les valeurs moyennes absolues les plus basses et les plus hautes pour les mêmes mois de différentes années.

Tableau N° 2. — *Extrême moyenne absolue de température de Belgrade.* (1894 — 1910 — 1920 — 1922) : 1924.

	Moy. abs. min.	Moy. abs. max.	Amplitude
Janvier	— 12,9	12,5	25,4
Février	— 9,2	14,7	23,9
Mars	— 4,8	20,2	25,0
Avril	0,0	24,2	24,2
Mai	4,5	27,6	23,1
Juin	9,4	33,4	24,0
Juillet	10,9	35,1	24,2
Août	9,6	35,3	25,7
Septembre	5,4	32,2	26,8
Octobre	1,1	26,8	25,7
Novembre	— 5,9	19,8	25,7
Décembre	— 9,4	14,7	24,1
Année	— 0,1	24,7	24,8
Variations	23,8	22,8	3,7

Dans ce tableau on voit que les températures de chaque mois ont la même variation que la variation annuelle, variation moyenne mensuelle entre la plus basse et la plus haute est 24,8° C, tandis que l'amplitude mensuelle des maxima et des minima moyens absolus de la température varie entre 23,1° à 26,8° C où en moyenne 24,9°, qui est une valeur très proche de la variation moyenne annuelle (24,8).

Dans les cas exceptionnels : grands froids, épaisse couche de neige, le ciel clair, la température peut, pendant la nuit, descendre très bas. C'est pour cette raison que le minimum absolu de —26,2° C qui a été observé au mois de janvier 1893 et le maximum absolu observé le 12 août 1921 avec la température de 41°8 C montrent un écart plus grand que la température moyenne annuelle. Dans ce cas là, la variation est encore plus grande, car la différence entre les extrêmes qu'on a observés à Belgrade jusqu'à présent est de 68° C.

Les variations de température en été sont sensiblement plus grandes qu'en hiver.

	Janvier	Avril	Juillet	Octobre
Variation périodique diurne	4,00°	7,65°	10,75°	6,25°
Variation apériodique diurne	6,70°	10,35°	12,75°	8,90°

Ici on constate que la variation apériodique de janvier est à peu près deux fois (1,7) plus grande que la variation périodique, tandis qu'en juillet elle la dépasse d'un cinquième seulement. Cela montre l'irrégularité la plus grande dans la marche de la température diurne des mois d'hiver, car à cause d'une intensité faible d'insolation et de radiation diurne, les facteurs secondaires sont souvent plus efficaces que les facteurs principaux. A côté de cela les variations périodiques dans les mois d'hiver et d'automne ont la plus grande influence sur le rayonnement nocturne de la chaleur et dans les mois d'été et de printemps c'est le réchauffement par le soleil.

La variation de la température de jour en jour c'est-à-dire la différence de la température moyenne diurne d'un jour à l'autre joue un grand rôle. On additionne tous ces résultats, sans considération des signes et ensuite on divise par le nombre d'observations et on obtiendra la variation moyenne. On ne peut fixer une loi générale de la marche annuelle de la variation de jour en jour, car celle-ci change d'un endroit à l'autre. Dans le climat continental, la plus grande variation de la température moyenne diurne s'observe dans les mois d'hiver, tandis que pour la variation minima on constate une patite différence: les stations extrêmes continentales, et surtout les stations polaires ont la variation diurnes minima pendant l'été, tandis que dans les stations continentales moyennes, la plus petite variation se place quelquefois dans les mois d'automne et de printemps. A Belgrade, la variation de jour en jour est, pour les différentes saisons, la suivante :

Hiver	2,15°
Printemps	2,00°
Eté	2,10°
Automne	1,88°
Année	2,04°

Ces résultats nous montrent qu'à Belgrade, la température moyenne diurne varie de jour en jour, en montant ou en descendant, de 2° C en moyenne. En hiver on constate une certaine irrégularité. En été la variation de jour en jour est plus grande qu'au printemps et surtout qu'en automne ; mais la plus petite variation est en avril comme dans tous les climats continentaux de l'Europe et de l'Asie. Très souvent, les différences dans les températures moyennes diurnes des jours successifs sont plus grandes. Les mois sont rares où la température moyenne des jours successifs ne change pas de 5° et quelquefois de 10° à 11° C. Dans le cours de deux jours successifs, la variation moyenne diurne de la température dans certains cas peut attendre de 12° à 17° C.

Enfin, il serait intéressant de savoir à quelles dates les valeurs moyennes se présentent et pendant combien de jours dans l'année la température moyenne diurne est plus haute ou plus basse que ces derniers.

D'après Conrad, les températures moyennes diurnes sont les suivantes :

Au-dessus de 20°, du 24 juin au 26 août, en tout 63 jours ;
Au-dessus de 15°, du 6 mai au 28 septembre, en tout 145 jours ;
Au-dessus de 10°, du 9 avril au 24 octobre, en tout 198 jours ;
Au-dessus de 5°, du 10 mars au 23 novembre, en tout 258 jours ;
Au-dessus de 0°, du 1er février au 27 décembre, en tout 329 jours ;
Au-dessous de 0°, du 27 décembre au 1er février, en tout 36 jours.

D'après cet exposé on peut conclure : que bien que la température de Belgrade soit sous l'influence de l'Océan Atlantique et non de l'Adriatique, le climat reste continental et non extrême continental.

Ces caractéristiques sont : des époques de l'année bien marquées, les variations annuelles et diurnes sont grandes et la différence est grande des températures extrêmes avec l'amplitude maxima de 67,3° C. Une autre caractéristique du climat continental de Belgrade est don-

née par la comparaison de ses températures avec la moyenne pour le 45° parallèle. D'après Hofner (1) ce parallèle a dans deux mois extrêmes les indices moyens suivants : 0°,0 en janvier et 20,6° en juillet. D'après cela, Belgrade a dans le mois de janvier une anomalie négative de — 1,5° et en juillet à peu près la même anomalie mais positive + 1,3°. Sa température en janvier est plus basse et en juillet plus haute que la température moyenne de 45° de latitude Nord, et cela répond aux conditions continentales.

2° Température du sol.

La température de la surface du sol est un facteur très important pour la variation de la température de l'air aux différentes hauteurs.

La température du sol et sa variation dépendent de l'endroit où on a fait l'observation, des conditions des appareils et de la profondeur du sol. Ces observations sont faites à l'Observatoire de Belgrade. Il est à 1 km. 6 de la Save et à 3 km. du Danube, et il est 60 m. au-dessus du niveau de ces deux rivières. Ses coordonnées géographiques sont : 20°27' de longitude Est (Gr) et 44°48' de latitude Nord et son niveau absolu est de 131,5 m. ; Hb (hauteur de baromètre) est de 138,3 m.

On a obtenu la température de la surface du sol en plaçant horizontalement, sur le sol même, un thermomètre dont on a recouvert ensuite le réservoir d'une très mince couche de terre. On a observé la température dans les différents sols : sur le sable, sur le calcaire, et même sur l'herbe dans le jardin de l'Observatoire. Sur une surface de 0,50 × 0,50 m. couverte par des sables, par des morceaux de calcaire ou par l'herbe on a déposé le thermomètre. On a observé à des profondeurs de 0.01 m., 0.05, 0.10, 0.15, 0.2, 0.3, 0.5, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 et 24 m. On a fait des lectures au thermomètre de 1 à 60 cm. chaque heure du jour et de la nuit, au-dessous de 60 cm. la variation diurne, en principe, n'existe plus, et l'observation jusqu'à 2 m. de profondeur a été faite quatre fois à 7 h., 14 h. 21 h. et 24 h. A la profondeur de plus de 2 m. on a lu une seule fois par jour (2).

1. Dr Friedrich Hofner : *Die thermichen Anomalien auf der Erdoherfläche Pet. Mitt.*, 1906, cité par G. Vujević.
2. Toutes ces observations sont faites par M. P. Vujević (*Glas Srpske Kr. Akademije*, Belgrad, 1909).

La composition du sol est importante dans cette étude. D'après la coupe du terrain dans le jardin de l'Observatoire de Belgrade les couches du sol sont les suivantes :

Humus	3,5 m.
Argile	3,0 m.
Cailloutis	2,5 m.
Argile grisâtre	14,5 m.
Argile et sable	0,5 m.

Au-dessous de 24,0 m. se trouve le Crétacé.

TABLEAU N° 1. — *Différence de la température entre le thermomètre découvert et recouvert.*

Heures	Mois			
	janvier	avril	juillet	octobre
1	0,21	0,51	1,17	0,46
3	0,23	0,45	1,02	0,39
5	0,17	0,38	0,81	0,42
7	0,11	— 0,25	0,58	0,26
9	0,13	0,04	1,14	— 0,32
11	— 0,20	0,54	1,80	— 0,60
13	— 0,07	1,17	3,19	— 0,05
15	0,21	1,48	3,10	0,06
17	0,32	1,39	2,52	0,85
19	0,22	0,95	2,11	0,61
21	0,19	0,65	1,45	0,43
23	0,22	0,57	1,21	0 51
Moyenne	0,15	0,69	1,67	0,25
Amplitude	0,52	1,73	2,61	1,45

D'après les tableaux n° 1 et n° 2, on constate que la température moyenne annuelle du thermomètre découvert est 13,07°, inférieure de 0,6° C. à la température du thermomètre couvert (13,68°) et qu'en été la différence est plus grande et atteint 1,7°, tandis qu'en hiver elle est insignifiante de 0,1 à 0,2° C. La différence est la plus grande en été vers 14 h. et en hiver vers 17 h. Durant toute l'année, la différence baisse lentement vers le minima, mais la montée ensuite est très rapide.

En juillet, 9 h. passent entre le minimum et le maximum et 15 h. entre le maximum et le minimum. Au mois de janvier, on a les valeurs extrêmes de 6 h. et de 18 h. D'heure en heure la température du mois de juillet monte sur le thermomètre découvert jusqu'à 3,22°, et baisse jusqu'à 1,93°, et sur le thermomètre couvert, monte jusqu'à 3,46° et baisse jusqu'à 2,08°, tandis qu'en janvier la variation respective du thermomètre découvert est de 1,09° à 0,36°, et au thermomètre couvert de 1,06° à 0,35°. La différence de la température est la plus petite au matin. En été le minima baisse de 7-8 h. et il est positif, c'est-à-dire que le thermomètre couvert est plus chaud, en hiver il se déplace de 10-11 h. et il y a des résultats négatifs assez grands (au printemps et automne de 0,6 à 0,7° C).

L'abaissement de la différence se montre surtout aux heures du matin jusqu'à midi, on peut expliquer ce phénomène par l'humidité et l'évaporation. La plus grande température sur la surface du sol dans deux cas est atteinte à 13 h. et le minimum reste à peu près identique, malgré qu'il se déplace de l'été à l'hiver de 4 h. à 7 h.

On constate en moyenne 10 minutes entre la réalisation de minimum et du maximum en surface et en profondeur.

TABLEAU N° 2. — *L'heure du minimum et du maximum de la température à la surface du sol et immédiatement en dessous.*

Mois	Minima		Maxima	
	surface	sol	surface	sol
Janvier	7 h. 5 m.	7 h. 25 m.	1 h. 20 m.	1 h. 25 m.
Février	6 h. 30 m.	6 h. 40 m.	1 h. 20 m.	1 h. 30 m.
Mars	5 h. 40 m.	5 h. 50 m.	1 h. 50 m.	1 h. 20 m.
Avril	4 h. 55 m.	4 h. 45 m.	1 h. 15 m.	1 h. 10 m.
Mai	4 h. 20 m.	4 h. 25 m.	12 h. 45 m.	12 h. 40 m.
Juin	3 h. 55 m.	4 h. 00 m.	12 h. 40 m.	12 h. 50 m.
Juillet	4 h. 30 m.	4 h. 30 m.	12 h. 30 m.	12 h. 45 m.
Août	4 h. 55 m.	4 h. 55 m.	12 h. 45 m.	12 h. 55 m.
Septembre	5 h. 30 m.	5 h. 30 m.	1 h. 00 m.	1 h. 15 m.
Octobre	6 h. 15 m.	6 h. 25 m.	1 h. 50 m.	1 h. 15 m.
Novembre	5 h. 35 m.	6 h. 30 m.	12 h. 35 m.	12 h. 35 m.
Décembre	7 h. 50 m.	7 h. 15 m.	1 h. 10 m.	1 h. 15 m.

Le retard du maximum au thermomètre couvert se fait par suite de la lenteur de la transmission de la chaleur dans le sol. Le retard du minimum est dû à ce que la surface intérieure du sol reçoit encore de la chaleur des couches inférieures.

Les variations de la température sont rapides autour du maximum (midi en été) tandis qu'autour du minimum (minuit en hiver) elles sont sensiblement plus lentes. Cela signifie, que le rayonnement est calme et progressif, c'est un processus lent. Au contraire, l'insolation est un processus énergique et précipité. On peut constater cela, de la façon suivante :

Si nous prenons une heure de la nuit, par exemple 4 h., et une heure du jour, disons midi, et si nous suivons les variations de la température pendant toute l'année, on constate, que l'amplitude à midi est 2 1/2 fois plus grande que l'amplitude à 4 h. (voir le tableau nº 3). A l'aube la température baisse de 9º24 et elle monte de 9º02 en dessus de sa valeur moyenne ; à midi, on a une baisse de 21º12 et en hausse de 22º33, donc à l'aube, l'écart est plus faible qu'à midi, ce qui nous montre le caractère différent de l'action de l'insolation et du rayonnement.

Tableau Nº 3. — *Les températures moyennes mensuelles immédiatement en dessous de la surface du sol à 4 h. et 12 h.*

	Température	
	4 h.	12 h.
Janvier	—2,23º	3,02º
Février	0,24º	7,59º
Mars	2,25º	17,58º
Avril	5,64	25,34º
Mai	10,37º	35,56º
Juin	14,29º	37,53º
Juillet	16,03º	46,47º
Août	15,29º	45,66º
Septembre	11,80º	34,54º
Octobre	7,81º	20,25º
Novembre	2,97º	11,82º
Décembre	—0,32º	4,28º
Moyenne	7,01º	24,14º
Amplitude	118,26º	43,45º

Sur la surface du sol deux facteurs agissent ensemble, le rayonnement continu et l'insolation seulement pendant les heures du soleil. Dans la région de Belgrade, la courbe de la température est influencée plus fortement par l'insolation et le rayonnement est en fonction de celle-ci.

Dans certains jours la courbe de la température est dérangée. Ce dérangement est provoqué par la sensibilité thermique de la surface du sol aux influences de la nébulosité, des vents, de la pluie, etc., même si elles durent peu de temps.

Tableau N° 4. — *Température maxima et minima de la surface du sol.*

	Thermomètre découvert	Thermomètre couvert
Minimum :		
Moyen périodique	— 2,58°	— 2,47°
Moyen apériodique	— 4,92°	— 4,41°
Absolu	— 14,6°	— 14,6°
Maximum :		
Moyen périodique	45,10°	47,20°
Moyen apériodique	47 87°	51,30°
Absolu	63,0°	64,5°
Amplitude :		
Périodique	47,68	49,67°
Apériodique	52, 79°	55,71°
Absolu	77,6°	79,1°

D'après le tableau n° 4, la terre à Belgrade se refroidit chaque année en moyenne jusqu'à —4° à —4,5°, et se réchauffe jusqu'à 48° à 51° C. La variation est supérieure à 50° et la variation absolue atteint 79° C. Ces constatations ont une très grande importance pour l'adduction d'eau à Belgrade.

Profondeur (cm.).	1	5	10	15	20	30	50	60
Amplitude	8,54	5,63	4,58	2,66	1,84	0,81	0,32	0,26° C.

On constate que l'amplitude diurne de la température diminue avec la profondeur si rapidement qu'à 0,70 m. la température reste pratiquement constante, c'est-à-dire qu'à cette profondeur l'influence du soleil et de la variation périodique diurne n'est plus sensible.

On constate la même variation dans les amplitudes moyennes des maxima et des minima, mais ici les amplitudes sont plus grandes et les variations se sentent jusqu'à 90 cm. ou 1 m. On peut constater qu'à Belgrade, l'influence de l'insolation diurne et du rayonnement noc-

turne se sent en profondeur jusqu'à 1 m., mais dans les périodes normales, jusqu'à 70 cm. seulement.

Profondeur en cm. . .	1	5	10	15	20	30	50	60
Amplitude.....	7,76	5,14	4,20	2,30	1,48	0,44	0,09	0,05

La diminution de l'amplitude en profondeur a un résultat pratique. Dans les couches du sol entre 5 et 90 cm. les températures dans le courant du jour sont assez régulières, le changement est insignifiant et lent, et c'est très important pour les organismes végétaux.

TABLEAU N° 5. — *Les maxima et minima diurnes dans les différentes profondeurs ont les valeurs suivantes* :

Prof. en cm. ...	1	5	10	15	20	30	50	60
Maxima	17,29	15,48	14,87	13,72	13,20	12,72	13,70	12,67°C.
Minima.....	9,50	10,34	10,67	11,42	11,82	12,28	12,61	12,62°C.

On constate que les maxima baissent avec la profondeur (4,6° C à 60 cm.) et les minima montent plus lentement (3,1° C). Dans l'intérieur du sol la chaleur et le froid pénètrent moins, l'état thermique est donc plus stable en profondeur.

A Belgrade, les couches supérieures du sol sont régulièrement durcies par la gelée mais ce facteur est assez insignifiant, car la terre est durcie jusqu'à 4 cm. de profondeur seulement en janvier, de 23 h. du soir à 10 h. du matin. Cependant, ce phénomène est quelquefois plus important en février, mars et même avril. D'après les températures minima moyennes la gelée pénètre jusqu'à 11 cm. en profondeur, et dans certaines années elle va jusqu'à 50 cm. en profondeur. Dans l'année 1905, le minimum moyen dans ces profondeurs différentes est intéressant :

Profond...	1	5	10	15	20	30	40 cm.
Min. moy..	— 3,66	— 2,52	— 2,36	— 1,55	— 1,20	— 0,56	— 0,39° C.

Pendant le mois de janvier la neige couvre totalement la surface, ce mois ayant, en général, le caractère anticyclonique : haute pression de l'air, la nébulosité faible, l'insolation assez forte, et les températures moyennes assez basses. Le minimum moyen mensuel est de 0° seulement à 36 cm. de profondeur. La gelée joue à Belgrade un rôle assez grand, plus au point de vue pratique que théorique. Si la couverture

de la neige n'existait pas à ce moment, la gelée à cause du rayonnement intensif de la surface pourrait pénétrer plus profondément.

Le minimum absolu aux différentes profondeurs et la profondeur absolue, jusqu'à laquelle on constate la gelée à Belgrade sont données par le tableau nº 6.

TABLEAU Nº 6. — *Le minimum absolu de la température aux différentes profondeurs.*

Profondeur	1	5	10	15	20	30	40	50	60 cm.
Novembre .	— 3,8	— 3,9	— 3,4	— 1,7	— 0,1	1,7			
Décembre..	— 3,7	— 1,4	— 0,7	— 0,1	0,1	0,2			
Janvier....	— 8,3	— 8,2	— 6,3	— 4,8	— 4,2	— 2,7	— 1,1	— 0,3	0,5
Février ...	— 4,4	— 3,8	— 3,1	— 2,0	— 1,7	— 0,8	— 0,7	— 0,2	0,4
Mars.....	— 0,9	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,4	

D'après ce tableau, on peut constater que la gelée peut exister de novembre à mars et en novembre et décembre pénétrer à 20 cm., mais en janvier et février elle descend à 52 à 53 cm. Pour le mois de mars la profondeur peut être considérée jusqu'à 20 cm.

La caractéristique est tout à fait différente pour le mois de juillet. Par l'insolation et le rayonnement intensifs la transmission de la chaleur sera plus énergique. La période diurne sera en été plus marquée, l'amplitude en comparaison avec janvier sera grande et l'influence de cette période forte.

Les amplitudes estivales sont 10 fois plus grandes que les hivernales. Au mois de juillet l'amplitude est de 0,1º C à 50 cm. de profondeur, et au mois de janvier la même amplitude s'observe déjà à la profondeur de 25 cm.

Profondeur.....	1	5	10	15	20	30 cm.
Amplit. de janvier.....	1,38	0,91	0,67	0,28	0,13	0,06ºC.
Amplit. de juillet.....	12,08	8,03	6,62	3,70	2,29	0,76ºC.

La pénétration diurne de la chaleur entre la surface du sol et les couches profondes du sol en été est assez forte, et l'amplitude est assez grande dans les couches en profondeur sous l'influence de la saison. En hiver au mois de janvier, à la profondeur de 60 cm., la température ne varie pas dans la journée, tandis qu'en juillet, à cette même pro-

fondeur de 60 cm., l'influence de la saison est marquée, car on peut observer le maximum vers 15 h. et le minimum à 22 h.

Extrêmes du mois de juillet.

Profondeur....	1	5	10	15	20	30	40	60 cm.
Minima.....	19,65	20,88	21,41	22,24	22,58	23,04	22,07	21,69° C.
Maxima	31,73	28,91	28,03	25,94	24,87	23,80	22,19	21,82° C.

Pendant la durée des observations les températures extrêmes au mois de juillet aux profondeurs différentes sont à peu près les mêmes qu'au mois de janvier, mais, on a aussi d'autres différences. En janvier, les maxima baissent seulement jusqu'à 10 cm., et les minima monte nt progressivement, ce qu'on peut expliquer par l'état thermique des couches supérieures en janvier, et par l'interférence de la période annuelle et diurne. En été, c'est le cas contraire. Les couches plus profondes sont plus refroidies (le froid d'hiver concentré), et elles sont réchauffées par les couches supérieures vers la profondeur. Pendant le jour, la température en profondeur baisse rapidement, d'autant plus fort, que l'insolation est plus intense. La nuit, les couches se refroidissent d'en bas et de la surface.

La marche du refroidissement d'en bas est presque la même que celle du réchauffement en janvier. Le refroidissement de la surface répond au rayonnement intensif nocturne et l'influence se sent en profondeur.

D'après le tableau ci-dessus, la température minimum augmente entre 1 et 30 cm. de 3°34 C et le maximum baisse de 7°9 C. A partir de 30 cm. de profondeur la température maximum et minimum se reproduit, par suite de la prédominance de l'influence saisonnière. Mais, on voit, qu'en été il y a une tendance vers l'uniformité pour le minimum : la différence entre 30 et 60 cm. est de 1° 35 C. La diminution du maximum dans la même couche est de 2° C.

Profondeur.....	1	5	10	15	20	30 cm.
Janvier.....	1,33	1,38	1,49	2,18	3,54	
Juillet.....	1,07	1,06	1,05	1,08	1,15	1,66

La comparaison des observations de janvier et de juillet de la variation périodique et apériodique, permet de constater qu'elles sont en été, plus petites et plus constantes qu'en hiver. C'est en effet, en été, que la période diurne se sent plus en profondeur qu'en hiver, et que

les changements dans les couches supérieures du sol en été sont plus stables. En hiver la température monte plus vite avec la profondeur qu'elle ne baisse en été.

Tableau 7. — *Les températures extrêmes annuelles, leur amplitude et leur date pour les profondeurs différentes.*

Profondeur	Minima	Maxima	Amplitudes	Date des minima	Date des maxima
0,01 m.	0,15° C.	24,99° C.	24,84° C.	15 J.	27 A.
0,3	1,58	23,76	22,18	25 J.	5 A.
0,9	4,32	21,91	17,59	16 F.	20 A.
2	7,66	18,10	10,44	10 M.	5 S.
3	9,46	16,36	6,90	25 M.	27 S.
4	10,42	15,13	4,71	10 A.	12 O.
6	11,87	13,47	1,60	27 M.	24 N.
8	12,43	13,00	0,57	15 J.	21 J.
10	12,67	12,93	0,26	5 O.	15 M.
12	12,78	12,91	0,13	1 N.	15 M.

On voit que l'amplitude annuelle diminue avec la profondeur, et le maximum devient plus tardif, les minima par contre augmentent. A 12 m. le minimum est supérieur de 12°63 à sa valeur à 1 cm., tandis que le maximum à la même profondeur diminue de 12,08° C. On peut supposer qu'à une profondeur de 14 m., l'amplitude sera presque nulle, et qu'en principe l'influence de la saison y est exclue.

Tableau N° 8. — *Ecart maxima et minima de la température moyenne annuelle.*

Marche diurne				Marche annuelle			
Profondeur	minima	maxima	variation	profondeur	minima	maxima	variation
cm.				m			
1	— 3,24	4,52	1,28	0,9	— 8,58	9,01	0,43
5	— 2,26	2,87	0,61	1,2	— 7,00	7,23	0,23
10	— 1,90	2,30	0,40	1,5	— 6,56	6,87	0,31
15	— 1,09	1,21	0,12	2	— 5,04	5,40	0,36
20	— 0,73	0,75	0,02	3	— 3,24	3,68	0,44
30	— 0,22	0,22	0	4	— 2,27	2,44	0,17
50	— 0,04	0,05	0,01	5	— 1,62	1,68	0,06
60	— 0,03	0,02	— 0,01	6	— 0,79	0,81	0,02
				8	— 0,25	0,32	0,07
				10	— 0,13	0,13	0
				12	— 0,08	0,05	— 0,03

On peut constater deux minima de la température moyenne annuelle à la profondeur de 30 cm. et à 5 m., et un maximum assez grand à 90 cm. ; ensuite un minimum faible à 1,5 m. et maximum à 90 cm., Les deux (à 30 et 90 cm.) sont plus marquants que le maximum et minimum en profondeur.

Dans le tableau nº 8, dans laquelle sont présentés les écarts maxima et minima de la valeur annuelle moyenne dans la marche de la température diurne et annuelle. On voit qu'à la profondeur de 30 cm., l'écart est égal entre les minima et les maxima. Jusqu'à la couche de 60 cm. l'écart de la marche annuelle n'est pas, comme on aurait pu s'y attendre, plus fort qu'à 30 cm. C'est seulement à la profondeur plus grande où la marche diurne est supprimée, qu'on constate l'influence de la saison.

A Belgrade on constate d'une manière générale, que l'influence de la marche diurne de la température disparaît à 30 cm. L'influence de la marche annuelle est maximum à 90 cm. Un autre minimum se montre vers 5 m. de profondeur. Donc ces périodes ont leurs influences, l'une dans les couches plus profondes, l'autre dans les couches supérieures du sol ; la limite de ces deux influences peut être placée à la profondeur de 90 cm. Une autre influence de minima plus faible est à 1.50 m., qui peut résulter des influences plus courtes de la variation apériodique, comme les cyclones et anticyclones. En dessous de 5 m. de profondeur, la température moyenne annuelle est en augmentation continue. A partir de cette profondeur seule l'influence de la chaleur de la terre se sent, et au-dessus de celle-ci à Belgrade, se trouve une zone où la température est variable et non stable. De 5 m. vers la surface, l'influence de la température terrestre est masquée, et à partir de 14 m. de profondeur, dans les couches homogènes, l'influence de la variation de la chaleur du soleil n'existe plus.

L'interférence de ces deux influences est telle qu'au-dessus de 5 m. c'est l'influence terrestre qui est masquée, et en profondeur, l'influence saisonnière du soleil se sent encore entre 5 et 14 m.

A côté de l'influence saisonnière du soleil, on peut constater d'autres influences. Elles sont de trois sortes : la première se manifeste dans la marche diurne en la modifiant, sa période est plus courte de 24 h. ; la seconde modification due à la marche mensuelle, et la troisième à la marche annuelle de la température.

La principale cause de la première est dans les facteurs climatolo-

giques, parmi eux sont la nébulosité et les pluies. La seconde est déterminée par le fait que certains mois sont caractérisés par les cyclones et anticyclones, leur influence existe pendant plusieurs jours et pour cette raison, elle se manifeste même à une certaine profondeur. Enfin les températures moyennes annuelles varient elles-mêmes.

Les orages d'été sont assez importants à Belgrade. L'influence des pluies d'orage se sent dans le cas caractéristique de 15 à 18 cm. en profondeur, et elle est différente pour les orages de jour et les orages de la nuit.

L'influence des cyclones et anticyclones est moindre que celle des orages, et son caractère change d'été à l'hiver. Les anticyclones ont les ciels clairs ; en hiver les températures baissent et en été elles montent. Pendant les cyclones le ciel est chargé de nuages, cela provoque qu'en hiver les températures sont élevées et en été elles baissent au-dessous de la normale, et très souvent les dépressions atmosphériques apportent en été les pluies et la neige en hiver.

A Belgrade, l'influence des cyclones et anticyclones, même s'ils sont réduits au minimum, se sent à une profondeur de 2 m.

Quand la neige recouvre la surface, la variation de la température est réduite dans les couches supérieures. Malgré cela, pendant les grands froids des anticyclones, le refroidissement peut pénétrer jusqu'à une certaine profondeur. Sous la couverture de la neige, la marche de la température est régulière, et les variations de jour en jour sont insignifiantes (1).

D'après notre exposé, on constate que la marche de la chaleur dans le sol est extrêmement compliquée. Les couches supérieures du sol sont les plus sensibles aux variations de la température. Ces derniers se transmettent en profondeur avec un retard et se fondant les unes dans les autres. En même temps elles modifient de moins en moins la température des couches profondes. Les influences apériodiques s'ajoutent aux variations périodiques diurnes, de même, les influences des cyclones et des anticyclones, et enfin, les influences de la période annuelle. Tous ces facteurs doivent être pris en considération, pour mieux comprendre l'influence saisonnière du soleil.

1. P. M. Vujević (Glas Srpske Kr. Akademije, Belgrade, 1909).

3° Le vent.

En étudiant les vents à Belgrade, on voit qu'ils viennent de la direction Sud-Est du bassin pannonique, c'est-à-dire de la Voïvodine. Ce vent est appelé Kochava (Kosava). Après lui, les plus fréquents sont des vents du secteur Nord. Quelles sont les relations existant entre la Kochava et d'autres vents de différentes directions ? On peut l'expliquer par le plan (page 120) dans lequel on a présenté les fréquences des calmes et des vents en valeurs relatives. Ces résultats ont été obtenus par la réduction de 16 directions des vents à 8 principales, de telle manière que chaque intervent de deux vents voisins des directions principales est réparti entre ces directions, en raison de leurs fréquences. Les fréquences des vents sont représentées par la ligne pleine sur le graphique.

Tableau 1. — *Les fréquences en pour cent.*

Direction moyenne	Saison	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
E 61,6°	Hiver	5,3	3,5	3,2	44,1	5,9	6,2	11,9	7,2	12,7
E 53,5°	Printemps	8,8	4,3	4,6	40,8	5,0	5,2	11,8	10,9	8,6
W 30,4°	Eté	9,9	4,3	2,3	25,2	7,1	8,3	19,4	14,8	8,7
E 60,8°	Automne	6,6	3,0	4,5	45,3	5,3	6,0	12,5	9,3	7,5
E 68,5°	Année	7,65	3,87	3,65	38,85	5,82	6,42	13,90	10,55	9,38

SE = « Kochava ».

Ces chiffres et le graphique montrent l'importance de la Kochava ; elle est dans toutes les saisons de l'année le vent le plus fréquent et elle représente 39 % de la totalité des vents à Belgrade. Ensuite, après le vent du SE vient le vent de W et NW, puis les calmes et enfin les directions restantes des vents. Les vents d'Est et NE sont rares dans la région de Belgrade. Cependant, la répartition est variable avec la saison. La Kochava est très fréquente dans les mois d'hiver et d'automne, tandis que dans les mois d'été et au printemps elle est moins fréquente et ne totalise que 25 % du vent total. A côté de la Kochava, au contraire, pour les vents d'Ouest et du NW, la fréquence augmente de l'hiver en été de 15 % et pendant l'été ces vents représentent 34,2 %. A côté de ces changements il n'y en a pas d'autres d'une grande importance pour cette région.

Le calme, en été, au printemps et à l'automne, a une fréquence à peu près constante, légèrement plus grande en hiver.

Sur notre graphique, la vitesse moyenne du vent est représentée par la ligne discontinue de la même manière que la fréquence du vent.

En plus de ces lignes, on a marqué un cercle, dont le rayon représente toutes les vitesses des différents vents. Ce cercle permet d'apprécier la différence de la vitesse des vents d'une certaine saison par rapport à la vitesse moyenne annuelle.

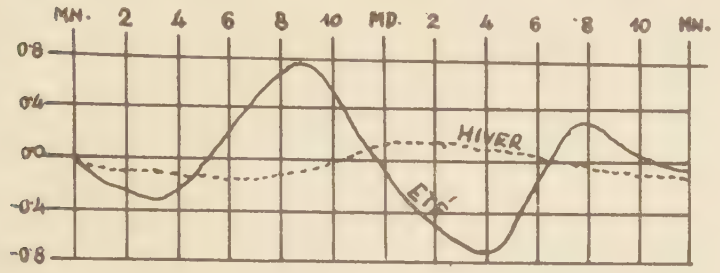
Vitesses.

		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Vitesse moyenne
Hiver.....	m/sec.	3,4	3,4	2,5	2,7	2,3	4,7	5,3	4,0	3,6	3,1	3,5	2,8	3,1	3,3	3,1	3,8	3,4
Printemps..	»	3,4	3,3	2,9	2,1	2,6	5,0	4,9	4,2	2,6	2,4	2,7	3,8	3,8	3,8	4,4	4,0	3,5
Eté.....	»	3.6	3,0	2,4	2,1	2,2	2,8	2,6	2,4	2,4	2,4	2,7	5,0	3,5	3,4	3,6	4,1	2,9
Automne...	»	2,9	2,4	2,0	1,9	3,2	4,3	5,7	3,8	2,4	2,2	2,8	2,4	3,0	3,0	3,6	3,8	3,1
Année.....	m/sec.	3,4	3,1	2,4	2,2	2,6	4,2	4,6	3,6	2,8	2,5	2,9	3.0	3,6	3,4	3,6	4,0	3,2

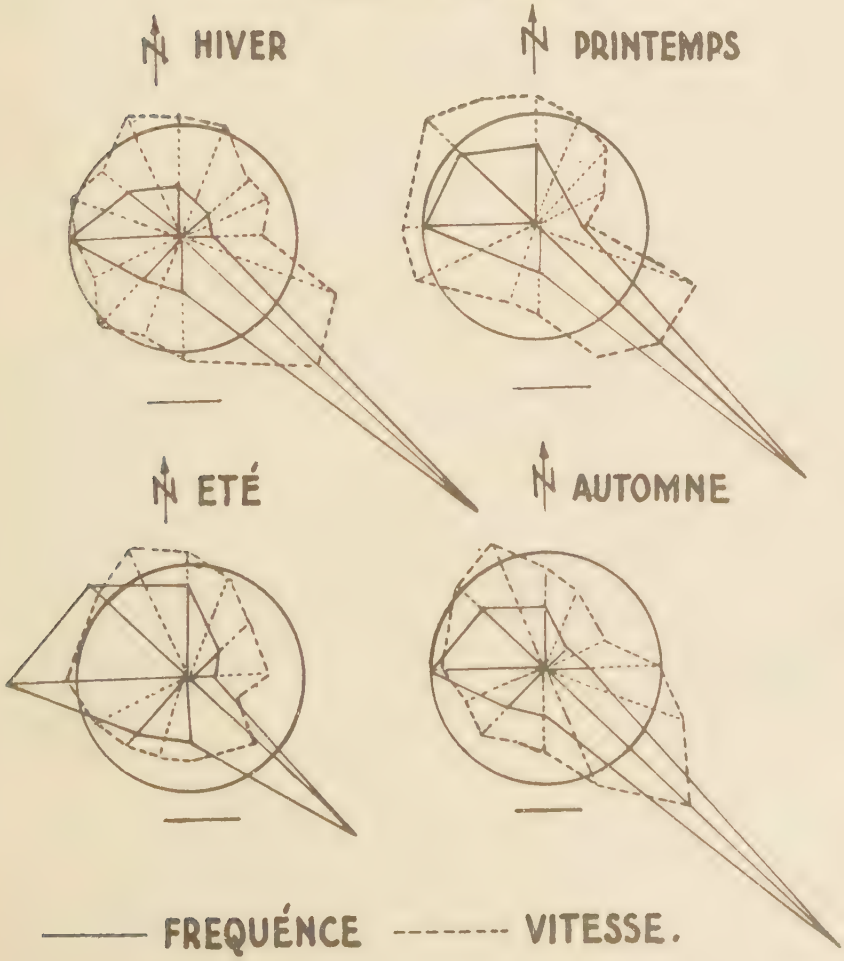
Les graphiques de la fréquence et de la vitesse moyenne des vents ont une allure semblable. La plus petite vitesse moyenne est presque pendant toute l'année (excepté en hiver) celle des vents ENE. La Kochava dans les mois d'hiver et d'automne a la plus grande vitesse moyenne ; au printemps sa vitesse commence à baisser et atteint, en été, 2,75 m./sec. En été, la Kochava est donc un vent moyen. En ce même moment, la fréquence et la vitesse du vent augmentent dans le secteur Ouest, mais les vents NNW ont la plus grande force. Ensuite, viennent les vents NW et N. En général, après les vents du secteur SSE, qui sont les plus forts, viennent les vents du secteur NW et N, ensuite ESE et, enfin, les vents SSW sont les plus faibles.

Durant l'hiver tous les vents du secteur Ouest ont la vitesse plus petite que la vitesse moyenne des vents d'hiver. Le vent le plus fort est celui qui vient du SE et le plus faible celui qui vient de l'Est. Le graphique du printemps a une forme à deux lobes comme pour les données annuelles, mais le maximum et le minimum sont mieux marqués ; le même effet est constaté à l'automne, mais avec cette différence que le maximum des vents Sud-Est est très marqué. En été, le graphique a un autre aspect, les vitesses sont plus uniformes avec un

COURBE DE VARIATIONS JOURNALIÈRES DE L' HUMIDITÉ ABSOLUE À BELGRADE



FREQUÉNCES ET VITESSES DES VENTS À BELGRADE



maximum bien marqué de NNW et avec un minimum encore plus fortement marqué est ENE. En général, tous les vents de NE à SW ont la vitesse moins grande que la vitesse moyenne de la totalité des vents Enfin, on doit noter que les différences de vitesses des vents dans les mois d'automne sont les plus grandes et les plus petites en été.

Ces constatations faites pour les vitesses moyennes se retrouvent aussi pour les vitesses maxima. La Kochava peut avoir la vitesse de 25 m./sec. en toute saison (excepté l'été) quand elle a un caractère d'orage, mais en été très rarement elle dépasse 15 m./sec. L'été, les vents N et W sont les plus forts, mais ils sont rarement plus forts que le maximum de la Kochava (SE). La Kochava a une autre caractéristique : en hiver elle n'est pas constamment plus forte que les autres vents, il y a bien des mois où sa vitesse est plus grande que celle des autres vents, mais il arrive aussi que la vitesse maximum des autres vents (N, NW et W) est plus grande que celle de la Kochava.

Les différentes saisons sont caractérisées par le maximum moyen de vitesse suivant :

Hiver	11,8	
Printemps	11,7	
Eté	8,2	
Automne	11,9	m/sec.

Il est caractéristique pour les vents à Belgrade que le maximum d'automne est très supérieur à celui d'été.

4° Humidité atmosphérique.

La quantité de vapeur contenue dans un certain volume d'air varie dans une proportion constante avec la température. Si les températures sont plus hautes, l'air peut absorber une plus grande quantité de vapeur.

D'après cela, l'humidité absolue, c'est-à-dire la quantité de vapeur qui se trouve dans l'air doit avoir, dans le cours de l'année, la même variation que la température au moins dans ses traits généraux. En principe, c'est exact, mais avec cette différence que l'air n'est pas toujours saturé par la vapeur et l'air au-dessus de Belgrade, dans n'importe quel mois, contient moins de vapeur que ce qu'il pourrait recevoir à la température respective. On peut constater les résultats suivants :

	Humidité absolue en mm.	Humidité relative en %
Janvier	3,32	81,4
Février	3,72	74,3
Mars	4,69	67.1
Avril	6,48	65,2
Mai	8,94	64,3
Juin	10,58	62,1
Juillet	11,39	58,4
Août	10,54	55,7
Septembre	9,32	63,1
Octobre	8,40	74,8
Novembre	5,43	79,1
Décembre	4,32	83,0
Année	6,94	69,0

Dans la vie pratique cependant, l'humidité relative est beaucoup plus importante que l'humidité absolue. La première exprimée en pour-cent donne la relation entre le maximum de vapeur possible et la quantité réelle. Si l'humidité absolue varie en proportion de la température, l'humidité relative sera la même dans tous les mois. Mais l'humidité absolue ne peut pas suivre la hausse brusque de la température au printemps. Elle augmente jusqu'au mois de juillet, mais dans une proportion décroissant par rapport à la hausse de la température. Ceci fait que l'humidité relative a une marche contraire à celle de l'humidité absolue et de la température, et que l'air dans les mois d'été est relativement plus sec, malgré qu'il contient trois fois plus de de vapeur d'eau qu'en hiver. Malgré cela, on peut dire qu'aucun mois à Belgrade n'est sec ; dans les mois les plus chauds pendant l'été, l'humidité relative est toujours supérieure à 50 %.

La valeur de l'humidité absolue et relative a une marche diurne. Dans les mois d'hiver, la marche diurne de la pression de la vapeur s'adapte à la marche de la température, avec le maximum vers 14 h. de l'après-midi et le minimum vers 6 h. du matin, mais dans les mois d'été on constate deux maxima et deux minima.

Au lever du soleil, la pression de la vapeur commence par suivre la température, mais au moment de la pression forte provoquée par l'évaporation de la surface du sol, des fleuves et des végétaux, elle ne peut tenir le même écart que la température. La pression de la vapeur, à partir de ce moment pourrait se conserver au même niveau si l'air ne commençait pas à s'élever et se raréfier en amenant avec lui la vapeur à une hauteur plus grande. Pour cette raison, la pression de

vapeur dans l'air au-dessus de la surface commence à baisser et après elle recommence à nouveau d'augmenter. Dans les heures du soir, quand l'air est assez refroidi, l'humidité absolue commence à baisser jusqu'au lever du soleil. Ce processus est bien représenté dans notre graphique page 120, où est marqué l'écart à la pression moyenne en hiver et en été.

Ce graphique et le tableau suivant indiquent, d'une manière générale, quelles maladies peuvent être provoquées par ces brusques changements de l'humidité absolue dans les jours d'été. En général, toutes les maladies des voies respiratoires, les maladies du nez, de la gorge et surtout les maladies des poumons et aussi les rhumatismes. En effet, les chiffres nous montrent que, dans Belgrade, les maladies citées ci-dessus sont très développées.

	Mn	2	4	6	8	10 h.	
L'hiver mm.	— 0,07	— 0,10	— 0,14	— 0,16	— 0,15	0,00	
L'été mm.	— 0,03	— 0,25	— 0,23	0,19	0,67	0,58	
	Md	14	16	18	20	22 h.	variation
L'hiver mm.	0,16	0,18	0,15	0,08	0,00	— 0,04	0,34
L'été mm.	0,07	— 0,43	— 0,65	— 0,17	0,35	0,07	1,32

Mn — Minuit, Md — Midi.

La marche diurne de l'humidité relative est beaucoup plus régulière ; elle est toujours contraire à celle de la température, mais les variations dans les mois d'été sont deux fois plus grandes qu'en hiver, comme pour les températures. Le maximum et le minimum des moyennes absolues caractérisent les saisons.

Saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Maxi. moy. absolu.....	91,6 %	86,3 %	85,5 %	89,6 %
Mini. » »	63,4 %	43,6 %	39,4 %	53,5 %
Amplitude.....	28,2 %	42,7 %	46,1 %	36,1 %

Ces chiffres nous montrent que les maxima moyens absolus sont beaucoup plus constants, ce à quoi on pouvait s'attendre, car on peut observer une journée où l'air est à peu près saturé par la vapeur d'eau et les maxima peuvent être assez grands. Mais leur valeur dans les différentes saisons sont différentes. Dans les mois d'été, l'humidité relative de 85 % donne déjà l'impression d'une chaleur étouffante à cause des hautes températures d'été, tandis que, dans les mois d'hiver, la grande humidité relative donne l'impression de plus grand froid, en effet, que si, avec la même température, l'humidité absolue est insignifiante. Cependant, l'abaissement de l'humidité relative de l'hiver à l'été est peu importante et se fait progressivement vers l'hiver, il y a une augmentation progressive. Ses variations sont graduelles et insignifiantes aussi pour le maximum moyen absolu. Il y a une baisse de l'humidité relative de l'hiver à l'été suivie d'une augmentation progressive. Pour le minimum moyen absolu, les variations sont totalement différentes. Entre l'hiver et l'été il y a une diminution nette, et plus tard se produit une hausse. Comme conséquence, les amplitudes hivernales sont plus petites que les estivales. Les jours d'hiver sont soumis à des variations d'humidité relative plus fortes que les jours d'été, où l'air est plus sec. L'humidité relative la plus basse à Belgrade a été de 3,2 %. L'air alors est presque totalement sec, plus sec que dans le désert. La marche est identique avec celle de l'humidité relative annuelle des nuages.

5° Nuages. Nébulosité.

La nébulosité a, en principe, une marche contraire à celle de la température annuelle. A Belgrade, le ciel est plus clair au mois de juillet et surtout en août et la nébulosité la plus grande est en hiver avec un maximum au mois de décembre, comme nous le montrent les valeurs moyennes ci-dessous :

Janvier	6,96
Février	6,70
Mars	6,05
Avril	5,96
Mai	5,57
Juin	5,30
Juillet	3,81
Août	3,21

Septembre	4,37
Octobre	6,15
Novembre	6,97
Décembre	7,45
Année	5,71

Nombres annuels de jours clairs et couverts.

Année	Clair	Couvert
1920	60	107
1921	114	105
1922	92	135
1923	103	110
1924	76	127
1925	82	106
1926	80	108
1927	89	98
1928	125	93
1929	108	100
1930	106	92
1931	93	115
1932	101	115
1933	76	137
1934	84	113
1935	112	96

Belgrade possède une grande nébulosité, malgré que dans les mois d'été, de juin jusqu'en septembre, le ciel est beaucoup plus clair. Elle est approximativement égale à la nébulosité moyenne du parallèle de Belgrade, que Svante Avenus a calculé être de 4,85. En moyenne donc, à peu près la moitié du ciel est couvert par les nuages à Belgrade.

Au mois d'août la nébulosité est un peu plus grande que la nébulosité moyenne annuelle dans l'est du bassin méditerranéen, de climat méditerranéen. C'est ainsi que la nébulosité est la plus grande en hiver et la plus faible en été, en terme général.

Nombres annuels de jours de brouillards.

1920	19
1921	26
1922	34
1923	39
1924	15
1925	67
1926	46
1927	59
1928	54
1929	75

Nombre annuels de jours de brouillards (suite)

1930	40
1931	58
1932	86
1933	102
1934	107
1935	73

Brume. — Il ne faut pas confondre avec le brouillard un phénomène très différent, qui est fréquent surtout à Belgrade par beau temps et que l'on appelle la brume. On n'est pas encore entièrement fixé sur la nature de la brume, dont les origines peuvent être du reste très différentes. Il paraît probable qu'elle est causée le plus souvent par de grandes différences dans la température des filets d'air voisins. Si le sol est fortement échauffé, il s'élève au-dessus de lui des filets d'air, dont les températures sont différentes d'un point à un autre. Ce phénomène pourra être bien plus marqué si l'air contient en suspension des poussières ; c'est à ces poussières qu'il faut attribuer surtout la brume que l'on remarque souvent au-dessus de Belgrade. En effet, Belgrade et ses environs sont connus par les poussières, provoquées dans la ville et la région.

6° Pluie.

A côté de la température, le facteur climatologique le plus important est l'eau atmosphérique. La marche de la température annuelle et la répartition des précipitations atmosphériques ont pour la vie pratique une très grande importance.

En décrivant les températures, on a montré que le climat de Belgrade est du type continental. Il n'en est pas tout à fait le même pour la pluie. Dans les régions du climat continental, le maximum de pluie tombe dans un des mois d'été et les mois précédents ou suivants d'été, la quantité de pluie diurne. A Belgrade, cependant, à côté du maximum du mois de juin, il se manifeste au mois d'octobre un autre maximum moindre de 3 % au premier. On le voit clairement dans le tableau de la quantité moyenne mensuelle de pluie, pour la période de 1888 à 1926 :

Quantité de pluie 1888-1926	En mm.	En %
Janvier	33	5,4
Février	30	4,9
Mars	38	6,2
Avril	62	10,1
Mai	69	11,2
Juin	77	12,4
Juillet	62	10,2
Août	51	8,3
Septembre	43	7,0
Octobre	59	9,5
Novembre	49	7,9
Décembre	43	6,9
Année	616	00,0

D'après la répartition de pluies, nous avons à Belgrade un type transitoire d'Adriatique, c'est-à-dire un type modifié de climat méditerranéen vers le continental. Dans l'Adriatique, le maximum d'automne est plus marqué que le maximum du printemps et de même à Belgrade, au mois d'octobre se manifeste un maximum secondaire, qui correspond au maximum Adriatique, et au mois de juin nous avons le maximum principal, qui répond au maximum continental de pluie.

Les variations mensuelles de pluie ne sont pas très grandes, car le rapport entre le mois le plus humide et le mois le moins humide est 2,65. Mais, les différences dans la quantité de pluie du même mois dans les différentes années sont très grandes, elles ont une valeur pratique très importante.

Les maxima et minima de quantité de pluie mensuelle dans les mêmes mois des différentes années sont les suivants :

Mois	Max. en mm.	Année	Min. en mm.	Année	Rapport. max. : min.
Janvier	73,9	1917	5,6	1889	13,2
Février	88,7	1889	1,1	1891	80,1
Mars	106,5	1914	2,7	1911	39,4
Avril	131,1	1924	15,5	1906	8,4
Mai	193,2	1900	9,9	1923	19,5
Juin	148,0	1924	18,4	1917	8,0
Juillet	191,3	1890	6,4	1927	11,6
Août	153,5	1913	1,6	1890	76,7
Septembre	105,1	1889	3,3	1900	31,8
Octobre	204,2	1905	7,6	1907	26,9
Novembre	161,9	1921	1,4	1902	115,6
Décembre	95,8	1925	0,6	1888	159,7
Année	859,2	1912	326,2	1907	2,6

Pour obtenir une notion plus précise du régime des pluies, on doit savoir combien de jours il a plu en chaque mois, ou quelle est la fréquence des pluies. Si on divise ces résultats par le nombre des jours du mois, on obtiendra la probabilité de pluie et la division de la chute mensuelle moyenne par le nombre moyen des jours de pluie dans le même mois donnera l'intensité de pluie. Pour Belgrade on a obtenu ces résultats :

	Nombre de jours de pluie	Probabilité de pluie	Intensité
	—	—	—
Janvier	12	0,39	2,5
Février	12	0,42	2,7
Mars	15	0,48	2,7
Avril	14	0,47	4,1
Mai	16	0,52	4,4
Juin	16	0,53	5,1
Juillet	12	0,39	5,7
Août	10	0,32	4,8
Septembre	12	0,40	3,7
Octobre	12	0,39	4,7
Novembre	12	0,40	3,7
Décembre	13	0,42	3,4
Année	156	0,42	3,9

D'après ces résultats on peut constater que le nombre des jours de pluie est assez uniforme dans tous les mois, car la variation est de 10 à 16 jours. La pluie tombe le plus et avec le plus grand nombre de jours aux mois de mai et de juin. Dans ces mois, sur chaque 10 jours on peut compter 5 jours de pluie, et même un peu plus. Ces deux mois répondent aux périodes de végétation, la valeur de ces résultats est assez grande.

La probabilité de pluie la plus petite est au mois d'août, car chaque 10 jours on a 3 jours de pluie. L'intensité est cependant la plus grande dans les trois mois d'été, chaque jour de pluie amène à peu près 5 mm. d'eau et au mois de juillet un peu plus. On peut l'expliquer par ce que dans les mois d'été les orages sont plus fréquents. Le maximum secondaire de fréquence du mois d'octobre est une conséquence des longues pluies d'automne, qui en même temps tombent dans une grande partie du pays.

Angot a, en plus de ces grandeurs, introduit dans la littérature météorologique encore deux notions, dont celle du coefficient relatif pluviométrique est la plus importante. C'est le rapport entre la répartition réelle de la pluie et la répartition idéale uniforme. Les quantités de pluies mensuelles sont exprimées en ‰ et ces résultats sont com-

parés avec ceux qu'on aurait eu si dans chaque mois, il y avait un même nombre de jours de pluie, mais son intensité était celle de la pluie répartie uniformément dans toute l'année. D'après cela, un mois de 31 jours correspond à 85 ‰, un mois de 30 jours à 82 ‰ et février à 77 ‰. D'après cette règle on a calculé le coefficient relatif pluviométrique à Belgrade :

Janvier	0,58
Février	0,69
Mars	0,79
Avril	1,15
Mai	1,34
Juin	1,59
Juillet	1,29
Août	0,92
Septembre	0,87
Octobre	1,08
Novembre	0,86
Décembre	0,83

Ces résultats nous renseignent indirectement sur le degré approximatif de la pluviosité ou de la sécheresse dans certains mois. Par exemple le coefficient de janvier est de 0,58. Il nous montre que dans ce mois il tombe un peu plus de la moitié de la pluie, qui devrait tomber avec une répartition uniforme. Par conséquent, les mois humides sont généralement les mois d'avril à juillet et octobre et les autres mois ont un caractère sec.

Une importance pratique et certainement un intérêt scientifique ont les maxima de pluie, qui tombent dans une seule journée, car de cette journée on peut conclure la probabilité de pluie dans les saisons différentes ; mais la quantité de pluie tombant dans un temps court est encore plus importante. Elle caractérise l'intensité des orages, des cyclones, des trombes. A Belgrade, ces valeurs sont les suivantes :

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Quantité max. moyenne de pluie diurne en mm.	9,6	11,3	11,4	18,8	21,0	25,4	20,1	17,1	15,5	19,2	13,8	12,9
Quantité max. absolu de pluie diurne en mm.	17,3	24,2	27,7	37,4	44,6	68,9	39,1	34,5	34,0	46,0	43,2	34,6
Quantité max. absolu de pluie diurne en 1 h.	4,1	8,6	11,6	12,7	42,4	42,3	25,4	19,1	12,5	13,1	6,1	5,4

De ce tableau, on constate que la quantité maximum moyenne de pluie diurne a une marche parallèle à celle de la quantité mensuelle moyenne : le minimum appartient au mois de janvier et le maximum au mois de juin ; de janvier à juin il y a une augmentation progressive dans la plus grande quantité de pluies diurnes et à partir de juin une diminution progressive avec un maximum secondaire en octobre. Le rapport entre les pluies moyennes mensuelles et la quantité maximum de pluie diurne varie dans les mois différents de 2,8 à 3,6. En moyenne la quantité moyenne mensuelle de pluie est plus grande de 3,2 fois que la quantité maximum moyenne de la pluie diurne. Les maxima absolus de pluie diurne au contraire ne sont pas en proportion constante avec la quantité moyenne de pluie mensuelle ; dans certains mois, le maximum absolu de quantité de pluie diurne se rapproche de la quantité moyenne mensuelle, comme par exemple en juin, octobre, novembre et février. Mais ici, la plus grande quantité de pluie diurne tombe au mois de juin et mai, donc dans deux des mois les plus chauds et pluvieux.

Le plus caractéristique est cependant la comparaison des maxima de quantités horaires de pluie. Ici, sans doute, la plus grande différence se manifeste entre les mois d'hiver et d'été, et cependant on peut observer ces différences dans les tableaux déjà mentionnés dans cette étude. Dans les mois d'été, il peut tomber en une heure de 19 à 42 mm. de pluie, tandis qu'en hiver il ne tombe que 4 à 8, 6 mm., à peu près cinq fois moins. A côté de cela, les maxima horaires de pluie de mai à août sont plus grands que le maximum moyen de pluie diurne, tandis qu'en hiver ils sont toujours moindres. Ces variations correspondent à la formation différente de pluies en hiver. Ce sont surtout des pluies de longue durée ou de la neige interminable qui ne donnent en une heure qu'une hauteur de chute assez faible.

Les conditions sont tout à fait différentes dans les mois d'été. C'est pendant de grandes perturbations locales atmosphériques que se forment les pluies torrentielles. Là, pendant une courte durée, une grande quantité de pluie tombe, ce qui amène le maximum horaire de la pluie.

Par le même procédé on peut obtenir la fréquence horaire de pluie. A Belgrade, dans tous les mois d'été, la plus grande quantité de pluie tombe l'après-midi, surtout entre 17 h. et 21 h., pendant le plus grand nombre d'orages et de pluie torrentielle et le minimum s'observe le

matin près du lever du soleil. Ces pluies sont la conséquence de la haute température de l'air, de courants d'air ascendants, qui favorisent la formation des nuages en groupe, ensuite, en cumulus et enfin les nuages cumulo-nimbus, desquels la pluie se déverse. Dans les mois d'hiver, cependant, le plus souvent les précipitations atmosphériques se font aux heures nocturnes, pendant que la surface du sol et l'air au-dessus sont refroidis, ce qui provoque la condensation et la formation des cirrus et des stratus et, avec une condensation plus grande, amène la chute de neige ou de pluie.

Partout où il y a des orages et des perturbations atmosphériques, on constate le tonnerre et la foudre. C'est surtout pendant l'été qu'on entend le tonnerre.

Nombre de jours de tonnerre.

1920	21
1921	28
1922	41
1923	20
1924	34
1925	36
1926	33
1927	27
1928	21
1929	26
1930	24
1931	33
1932	31
1933	26
1934	38
1935	19

La foudre continue à sévir sur la ville et quelquefois, malgré les paratonnerres, elle provoque des dégâts, les incendies ou même des morts. Le nouveau progrès réalisé en 1937 permettra de lutter contre cette calamité naturelle. Dans cette installation, la matière radioactive placée sous un émail protecteur, à la pointe du paratonnerre, est chauffée à 300° par un courant électrique. L'ionisation de l'air qui en résulte appelle toutes les décharges sur l'installation. Dans ces conditions, le rayon d'action de l'appareil peut atteindre une dizaine de kilomètres, c'est-à-dire qu'il suffirait d'un seul paratonnerre pour protéger une grande ville (1).

1. R. Montandon, *Matériaux pour l'étude des calamités*. Paris, 1938.

La science nous permet d'assurer une vie urbaine, plus tranquille et plus en sécurité, au moins, contre les phénomènes atmosphériques.

Neige. — Il est intéressant aussi de noter le nombre des jours de chutes de neige et de ceux où la neige a séjourné sur le sol en le recouvrant.

Nombre de jours annuels de neige tombée à Belgrade.

1920	14
1921	25
1922	23
1923	30
1924	41
1925	29
1926	18
1927	23
1928	21
1929	37
1930	15
1931	37
1932	32
1933	37
1934	20
1935	42

On constate qu'en 1935 on a observé le plus grand nombre de jours de neige tombée depuis 1920 et le plus petit, en 1920.

Croûtes glissantes. — Il arrive encore que, si la température se radoucit après une abondante chute de neige, il se forme un mélange pâteux de neige et d'eau ; si alors la température s'abaisse de nouveau au-dessous de 0°, ce mélange se prend en une couche de glace compacte et presque transparente, très glissante, et qu'on appelle en serbo-croate « Klizavitza » (glissante) et qu'on ne peut pas appeler verglas, car son origine est nettement différente de celle-ci.

A Belgrade, ce phénomène est assez fréquent pendant et surtout au commencement de l'hiver.

La durée d'insolation a Belgrade.

La durée d'insolation en Yougoslavie est très diverse même dans les localités d'égale latitude. Elle est en fonction de la situation géographique du pays et du relief de son sol. D'après la durée effective de l'insolation et la fraction d'insolation dans les divers mois et saisons

RÉSUMÉ CLIMATOLOGIQUE 1920-1935

Mois	Température			Humidité						Nébulosité			Pluie (hauteur en mm.)			Mois
				absolue en mm.			relative en %									
	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	max.	min.	moy.	
J.	4,9	— 4,0	— 0,1	7,1	3,0	4,0	87,0	77,5	83,3	**8,7**	5,1	7,3	82,2	**16,3**	41,7	J.
F.	7,3	— 9,2	0,6	5,7	2,0	*4,0*	84,7	67,2	76,8	8,6	4,6	6,4	*78,0*	6,5	*31,5*	F.
M.	10,8	0,0	6,4	6,4	3,8	5,4	81,8	53,3	70,4	7,1	3,4	5,7	117,1	*1,4*	38,5	M.
A.	16,1	8,4	12,2	8,3	5,4	7,6	*77,6*	52,5	63,3	7,3	4,7	5,8	131,1	13,6	60,6	A.
M.	19,4	13,8	17,6	12,7	8,5	8,4	78,8	53,0	66,8	7,3	3,9	4,7	130,2	9,9	**74,1**	M.
J.	22,6	17,5	25,2	14,0	*7,7*	10,8	78,2	*51,2*	65,3	6,6	3,4	4,6	148,0	7,9	69,3	J.
J.	**26,0**	**19,6**	19,9	**14,7**	**10,7**	11,6	79,4	51,9	*61,9*	5,6	*1,8*	3,8	103,3	2,1	48,6	J.
A.	23,7	18,5	21,3	14,6	9,2	**12,0**	80,3	46,6	65,3	*5,2*	2,3	*3,6*	144,6	11,1	61,2	A.
S.	21,9	14,1	17,2	13,2	8,9	10,5	79,3	53,7	73,6	6,9	2,8	4,3	117,7	8,2	43,7	S.
O.	16,9	8,5	10,6	9,6	6,0	9,4	86,6	61,0	70,4	8,6	2,9	5,7	**201,5**	13,7	69,7	O.
N.	13,0	1,6	6,6	7,4	4,0	6,1	89,5	67,0	72,2	8,5	4,7	6,3	129,8	2,2	44,6	N.
D.	*3,8*	— 4,1	1,3	5,6	3,8	4,4	**90,8**	**80,0**	**85,3**	8,5	**6,3**	**7,7**	109,0	13,0	48,1	D.

VALEURS ANNUELLES

Année	Pression atm. 0° mm 700 + moy.	Tempér de l'air 0° C. moy.	Humidité moyenne abs. mm.	Humidité moyenne rel %	Nébulosité moy.	Pluie hauteur en mm.	Nombre de fois que le vent a été N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	calme	Année
1920	**53,18**	11,7	8,3	73,6	5,7	*167,7*	71	20	73	264	58	51	161	97	303	1920
1921	52,40	11,8	7,6	69,2	5,3	653,3	58	30	75	156	36	45	151	**157**	387	1921
1922	49,39	11,1	*7,2*	69,7	5,9	645,1	32	10	*27*	145	65	**80**	164	113	**459**	1922
1923	49,30	**13,0**	7,6	*65,7*	5,5	422,5	34	15	53	188	62	62	147	108	426	1923
1924	50,38	10,6	**8,8**	**80,0**	5,8	**777,6**	*23*	*10*	**176**	155	*23*	44	**207**	*87*	373	1924
1925	49,80	11,5	8,2	75,8	5,8	757,9	52	15	33	168	**102**	36	139	135	415	1925
1926	49,87	12,0	8,4	75,2	5,8	701,1	78	24	62	*139*	64	54	114	105	455	1926
1927	49,86	12,4	8,2	72,0	5,4	695,0	46	29	47	218	72	28	*110*	130	415	1927
1928	50,39	12,0	7,7	69,7	*5,9*	424,2	60	22	86	239	47	*23*	120	137	364	1928
1929	50,91	10,2	8,0	75,1	5,3	624,7	70	**53**	103	170	19	26	118	137	399	1929
1930	49,39	12,9	7,8	68,0	5,2	516,1	33	29	85	206	52	41	119	137	393	1930
1931	49,63	11,5	7,4	69,6	5,7	716,9	**103**	51	123	198	53	35	154	134	*244*	1931
1932	51,38	11,1	7,8	71,8	5,5	705,2	65	32	71	211	60	61	170	119	309	1932
1933	49,83	*10,1*	7,5	73,0	**6,2**	748,7	44	28	74	228	40	60	207	118	286	1933
1934	50,08	12,8	8,1	69,4	5,9	621,6	41	23	116	272	43	51	148	123	278	1934
1935	*49,25*	11,7	7,4	67,5	5,2	643,2	33	22	100	**279**	49	44	168	138	262	1935

on obtient six types d'insolation en Yougoslavie. Belgrade appartient au type sud pannonien. La durée effective ainsi que les fractions d'insolation sont plus grandes que dans les trois autres types d'insolation en Yougoslavie et notamment en hiver. Les fractions d'insolation dépassent 50 pour cent dans cinq mois et dans trois sont supérieures à 60 pour cent. La moyenne annuelle est de 50 pour cent, et il en est tout autant de l'amplitude de la variation annuelle. Le total des fractions d'insolation et de nébulosité est, au cours de toute l'année, supérieur à 100, notamment en été et au printemps.

Durée effective d'insolation en heures.

Saison	Belgrade
Hiver	226,7
Printemps	600,1
Eté	899,5
Automne	498,8
Année	2.225,1

Répartition mensuelle de l'insolation effective.

Mois	%
Janvier	31,2
Février	36,2
Mars	37,0
Avril	46,1
Mai	49,4
Juin	54,1
Juillet	59,1
Août	60,7
Septembre	56,1
Octobre	45,8
Novembre	37,7
Décembre	30,7
Année	47,1

Fraction d'insolation et total de ces facteurs et de la nébulosité en pour cent.
Type Pannonien (Belgrade).

Hiver	29,1
Printemps	48,4
Eté	65,5
Automne	49,2
Année	50,0
Hiver	102
Printemps	107
Eté	109
Automne	101
Année	106

Pour le géographe, il est important de connaître la fréquence des jours pendant lesquels il n'y a aucune insolation et le nombre des jours où sa durée est plus ou moins grande.

Belgrade.

Sans soleil				Plus de 3 heures			
XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI	XII-II	III-V	VI-VIII	IX-XI
39,0	11,8	3,3	15.7	32,1	65,6	82,3	59,1
Plus de 6 heures				**Plus de 9 heures**			
19,0	50,1	74,0	45,0	2,4	33,2	61,9	23,3
Plus de 12 heures							
—	9,9	40,0	0,7				

Jusqu'à présent, on n'a pas tenu compte de l'insolation dans l'aménagement de la ville. Nous espérons que son importance sera reconnue et que, dans les projets futurs, on prendra en considération le facteur de l'insolation pour l'orientation rationnelle des quartiers d'habitation, parcs de sports, etc.

Pour conclure ce chapitre, nous présentons, sous forme d'un tableau, un résumé climatologique pour la ville de Belgrade, de 1920 à 1935.

Ce résumé des divers facteurs sera, sans doute, d'une grande utilité pour l'urbanisation d'une aussi importante agglomération. Nous souhaitons vivement qu'il soit pris en considération pour tous travaux futurs.

1. Tous les tableaux d'insolation sont présentés par P. Vujevitch, Prof. à l'Université de Belgrade. *Comptes rendus du IV^e^ Congrès des Géographes et des Ethnographes slaves.* Sofia, 1936.

CONCLUSION

Dans notre étude de l'évolution de Belgrade au point de vue géographique, géologique et climatologique, nous voulons donner une synthèse sur les problèmes des villes, appliquer à l'urbanisme moderne tous les facteurs dont dépende une agglomération actuelle. Une profonde étude des éléments naturels, c'est-à-dire géographiques, géologiques et climatologiques est donc nécessaire. On pourra alors seulement considérer les éléments économiques, politiques en faisant une harmonie la plus parfaite possible des possibilités d'organisation.

On a vu dans notre cadre géographique l'évolution naturelle d'une région ou d'une cité, imposée par le facteur géographique, conditionnée pour sa formation historique depuis sa naissance jusqu'à nos jours. Par cette étude géographique nous avons voulu montrer que c'est la nature qui a créé le berceau de Belgrade. En effet, en octroyant à ce lieu un horizon plus vaste sur le bassin pannonien, nous avons vu que Belgrade est un carrefour remarquable de voies naturelles et terrestres, un centre de refuge facile à défendre sur une colline de 125 m. d'altitude, bien protégé au Nord, à l'Ouest et à l'Est par la Save et le Danube.

Tous ces facteurs réunis forment une harmonie équilibrée et constituent une excellente situation pour une agglomération urbaine. Sa situation géographique a joué un rôle primordial dans son évolution, dans son histoire et dans son existence passé, encore à l'heure actuelle et sans doute dans son avenir.

Nous avons vu que Belgrade a été déjà à l'époque préhistorique liée à cinq mers de l'Europe : mer Egée, mer Noire, mer Baltique, mer du Nord et mer Adriatique. Belgrade était un carrefour d'échanges par des voies naturelles (principalement par les fleuves). Belgrade était un nœud de routes naturelles auxquelles, plus tard, se sont ajoutées les routes créées par les humains.

Sa situation conditionnée par les facteurs naturels se trouvait être

comme un lieu d'attirance pour les hommes préhistoriques et les peuples : Illyriens, Celtes, Romains, Slaves, Germains, Turcs, Hongrois, Autrichiens. Tous ces peuples ont été conduits dans cette région justement par sa situation, qui leur offrait un vaste pays fertile, une cité facile à défendre, un centre militaire et économique. Toutes les invasions possibles venant de l'Ouest et de l'Est sont venues sur ce point avec la volonté d'y rester indéfiniment. C'est à cause de ses richesses et de sa situation que la guerre sévit sans cesse depuis sa formation jusqu'à nos jours.

Nous pouvons tirer de ce cadre géographique quelques conclusions sur l'urbanisme futur de Belgrade.

Belgrade était un grand centre au carrefour de routes naturelles et artificielles et reste toujours aussi grand centre des voies : chemins de fer, aviation, communications interrégionales, etc. de premier ordre. Depuis qu'elle est la capitale de la Yougoslavie, son développement est si grand que le futur aménagement est conditionné justement par cette situation géographique. Les communications passant par Belgrade, liaison entre l'Europe et l'Asie, constituant une étape économique, industrielle et politique d'une grande région des Balkans et d'une partie de l'Europe centrale.

Belgrade est devenue le centre de sept routes internationales, un carrefour fluvial, un centre d'aviation, un centre industriel, économique et politique, et dont l'urbanisation est devenue une nécessité absolue. A cette liaison purement géographique sont venus se joindre d'autres problèmes, tels le réaménagement des quartiers du commerce et de l'industrie, ports et gares. Nous désirons que ce cadre géographique de Belgrade soit comme une base d'inspiration pour les futures résolutions de tous facteurs en relation directe conditionnés par ce cadre.

Le cadre géologique a joué aussi un rôle de première importance, en donnant à cette cité une forme de presqu'île entre la Save et le Danube, ainsi que le relief et le paysage actuel.

Au Néogène, il existait en Europe centrale et orientale deux grands bassins en rapports étroits, le bassin pannonien et le bassin du Pont. Le bassin pannonien est entouré par les chaînes de montagnes au Nord, à l'Ouest, à l'Est et au Sud. La rupture avec le bassin méditerranéen s'est faite à la fin du Néogène, au Quaternaire, en laissant un seuil orographique qui constitue actuellement la ligne de partage des eaux de Morava et Vardar.

Vers le début du Miocène, le bassin pannonien a été le siège d'une transgression marine. A la fin du Miocène, nous assistons au retrait définitif de la mer avec la récurrence de la phase lacustre. On constate huit séries de reliefs littoraux, c'est-à-dire de terrasses d'abrasions avec leurs rivages ou falaises qui s'étagent successivement les unes au-dessus des autres. Ces dernières partent de l'altitude absolue de 110 m. à Belgrade, et s'élèvent jusqu'à 960 m. au Sud de la ville d'Užice.

La dernière plate-forme, qui s'appelle « la plate-forme de Belgrade », par son évolution, a donné le relief à la ville et se trouve limitée au Nord par la Save et le Danube, tandis qu'au Sud, elle ne représente pas une région morphologique indépendante, car elle est liée avec la Choumadia.

La partie méridionale de Belgrade part principalement des formations crétacées ainsi que des formations supérieures du Tertiaire et Quaternaire. La partie Nord est la plaine pannonienne composée par les lœss et des sédiments fluviaux.

La question tectonique est extrêmement complexe, il existe un grand nombre de plis et de failles présentant des directions variées : N-S ; NNW-SSE ; NNE-SSW.

La crête de Belgrade se compose de lœss d'une épaisseur de 2 à 5 m., au-dessous du lœss se trouvent les couches à *Congeria* pontiennes et sarmatiennes (argiles, sables, calcaires) ; sous les dépôts pontiens se trouvent les couches d'argiles, calcaires à *Lithotamnium* (II^{e} Méditerr. de Suess), sables d'une épaisseur approximative de 20-80 m. ; ces couches du II^{e} Méditerranéen reposent sur le crétacé.

Des études géologiques de Belgrade, nous avons pu tirer une conclusion présentant six zonings géologiques de Belgrade.

Sous le zoning géologique nous avons déjà mentionné une notion nouvelle, comprenant la délimitation de zones sur la base de leurs caractéristiques géologiques (composition du sol, résistance à l'écrasement, etc.) en liaison avec les diverses nécessités urbaines.

Par cette notion du zoning géologique, nous voulons présenter un nouveau procédé pour les urbanistes qui doivent tenir compte des conditions naturelles pour les plans des futurs quartiers.

En présentant ce zoning, nous voulons élargir l'importance de la géologie dans la future agglomération urbaine surtout au point de vue des canalisations, adductions d'eau, tunnels et tous travaux souterrains imposés par la technique moderne. Ces zonings géologiques

sont les suivants : zoning du crétacé, zoning du tertiaire ou zoning du Miocène, zoning de l'eau souterraine, zoning du terrain glissant, zoning des sédiments fluviaux ou zoning fluvial et enfin zoning du lœss et du tchernoziom. Les quartiers futurs ou ceux déjà existants doivent tenir compte de cette caractéristique géologique des zones citées ci-dessus.

La Save et le Danube, deux fleuves navigables, sont très importants pour les ports de Belgrade. L'aménagement des quartiers à proximité de ces deux fleuves est imposé par les facteurs fluviaux dans la future Belgrade. Il faut tenir compte de l'eau souterraine.

L'eau souterraine de la crête de Belgrade est aussi importante pour la construction. Mais l'adduction d'eau est un problème des plus difficiles pour une agglomération de 350.000 habitants.

Les sources naturelles étant trop faibles pour la production d'eau potable, on la prend en partie dans la Save et probablement dans un avenir proche dans le Danube en l'épurant par des procédés modernes.

Les puits de Makiš (Makich) sont insuffisants pour donner toute la quantité d'eau nécessaire à une agglomération urbaine telle que Belgrade. Dans ce problème d'adduction d'eau, les facteurs géologiques jouent un rôle permettant de mieux connaître les causes et prendre des mesures pour résoudre le problème de l'eau potable.

Pour l'orientation des quartiers de Belgrade, il faut tenir compte des vents. On a vu dans nos études précédentes que le climat de Belgrade appartient à la zone du climat du bassin pannonien. C'est une zone transitoire du climat continental. L'influence de l'Océan Atlantique est la seule qui se fasse sentir à Belgrade.

Pour Belgrade, on a étudié la température du sol, facteur important pour les adductions d'eau, les canalisations et pour l'agriculture. Il faut tenir compte de la température qui est assez forte en été et basse en hiver. L'humidité est grande pendant l'automne et au printemps, moins grande en hiver et en été. Les changements brusques de l'humidité diurne absolue à Belgrade pendant l'été sont importants au point de vue de la santé publique.

Les vents à Belgrade sont forts en hiver, c'est « Kachava » qui amène le froid rigoureux. Il semble que, jusqu'à présent, on n'ait pas tenu compte de ce vent pour l'orientation des rues et des quartiers industriels. Pour déterminer ce zoning, il faut implanter ces quartiers sous le vent par rapport au centre de la ville autre part, ces zones doivent

être voisines des voies naturelles ou fluviales. De ce côté, Belgrade a une situation favorable, car les vents du SE et NW en balayage en diagonale, l'une en hiver et l'autre en été. Ces futurs quartiers peuvent être établis sur le Danube, c'est-à-dire à l'Est de Belgrade.

L'insolation joue un rôle pour l'orientation des quartiers et, jusqu'à présent, on n'a pas pris en considération ce facteur pour la vie urbaine.

Par cette étude, nous voulons élargir l'horizon de l'urbanisme imposé par la grande ville.

Les idées qui ont été émises au sujet de l'influence des facteurs physiques sur l'urbanisation de Belgrade, ou d'une grande capitale sont assurément provisoires.

Pour assurer cette urbanisation sur des bases vraiment scientifiques, il semble absolument nécessaire de créer un service météorologique municipal ainsi qu'un laboratoire de géologie et de géotechnique urbaines.

Si j'ai pu contribuer à cette création, qui éviterait beaucoup de mécomptes, je considérerais avoir obtenu la justification de mes efforts.

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté :

Le Climat en Yougoslavie.

Vu et approuvé :
Paris, le 28 mars 1939.
Le Doyen de la Faculté des Sciences,
CH. MAURAIN.

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
G. ROUSSY.

3100. — Impr. Jouve et Cie, 15, rue Racine, Paris. — 5-39

ÉVOLUTION HISTORIQUE DE LA CITÉ DE BELGRADE

Gricchisch Weissenburg belägert.

Cap. xlv.

ANno Christi 1457. belägert der Türck Belgradum oder Taurunum, das man zu Teutsch nennt Griechisch Weissenburg. Nun war der König von Vngern darinnen mit seinem Volck / des doch nicht viel war gegen des Türcken hauffen / deren anderhalb hundert tausent Mann waren / vnnd zog der König herauß wider die Türcken / vnnd streitt mit den seinen also Ritterlich vnd Mannlich / daß sie viel 1000. Türcken zu todt schlugen / die vbrigen entrunnen durch die Flucht. Man sagt das der Feind dieser Schlacht halben sich also vbel gehalten / daß die ristgläubigen leichtlich hetten das Griechenlandt / vnnd das gantz Constantinopolisch Reich er erobert / wann jhrer mehr wären gewesen. In diesem Krieg ward der Türckisch Keyser wundt vnnd wurden jhm seine grosse Büchsen genommen / darumb er mit schaden mußt heim hen.

Darnach Anno Christi 1521. zog der Türck aber mit grossem gewalt wider diß Griechisch eissenburg / vnd gewan es nicht ohn grossen vnd mercklichen schaden des Vngerlandts. Dann par ein mechtige Vorwehr des gantzen Königreichs Vngern. Das Schloß vnnd Stettlein iechisch Weissenburg seind hie Contrafehtet / welche durch Vnterow der Vngern so das hloß inngehabt / deren Nammen / ein Herr von Heidefar / vnnd Türck Wallant / dem Türr vberantwort haben. Ist ein mechtig starck Schloß gewesen / vest vnd wol erbawt mit 6. Thürr / vnnd das vorder Schloß mit 20. Pasteyen wol verwarct / da in einer jeden Pastey 10. Mann hielten / also daß bey 200. Mann stätigs im Schloß / ohn der zweyer Hauptleut Gesind / ver ct. Hat auch ein woldewarten abgang von dem vndern Schloß biß zu dem Wasserthurn / da hr Pfisterey haben / vnd jhr Mülwerck. Derselbig Thurn steht auff der Sau / da die Sau in Thonaw fleußt

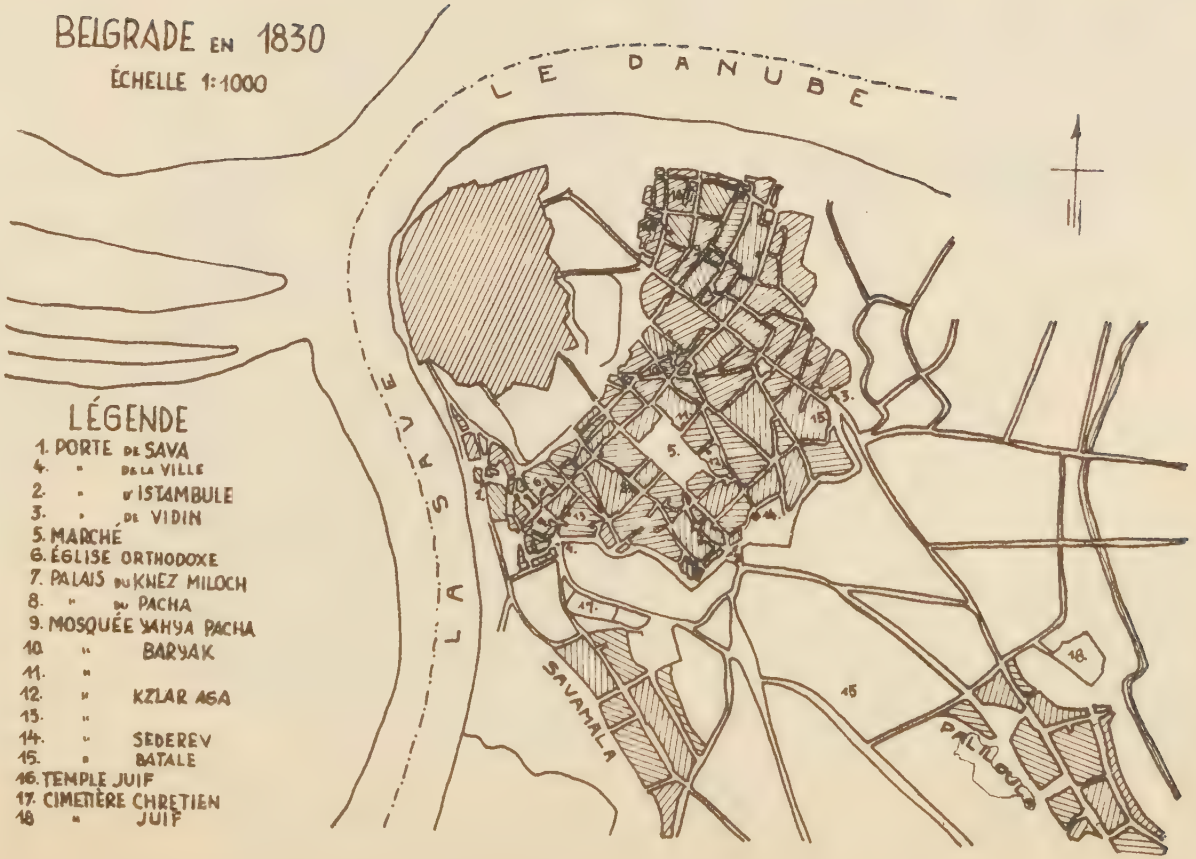
PLAN DE BELGRADE
Comme il étoit lors que les Imperiaux en ont formé le Siege sous les Ordres du Prince Eugenne, au Mois de Juin 1717
Cette Ville est Située en Servie Frontiere de la Hongrie au Conflans de la Save et du Danube a 40 Degrez 10 Minutes de Longitude, et a 44 Degrez 48 Minute de Latitude Septentrionale
Mis au jour Par De Fer.
A Paris dans l'Isle du Palais sur le Quay de l'Orloge a la Sphere Royale
Echelle de cent cinquante Toises
LE DANUBE R
LA SAVE R
SAVE R
VILLE BASSE
VILLE HAUTE
PORT
REDUIT
Porte de Hisarouk
ANCIENNE FORTERESSE
NOUVEAUX TRAVAUX
LIGNE DE CIRCONVALLATION
VILLE
Marais

PL. VIII.

BELGRADE DE 1739 - 1790

BELGRADE EN 1830

ÉCHELLE 1:1000



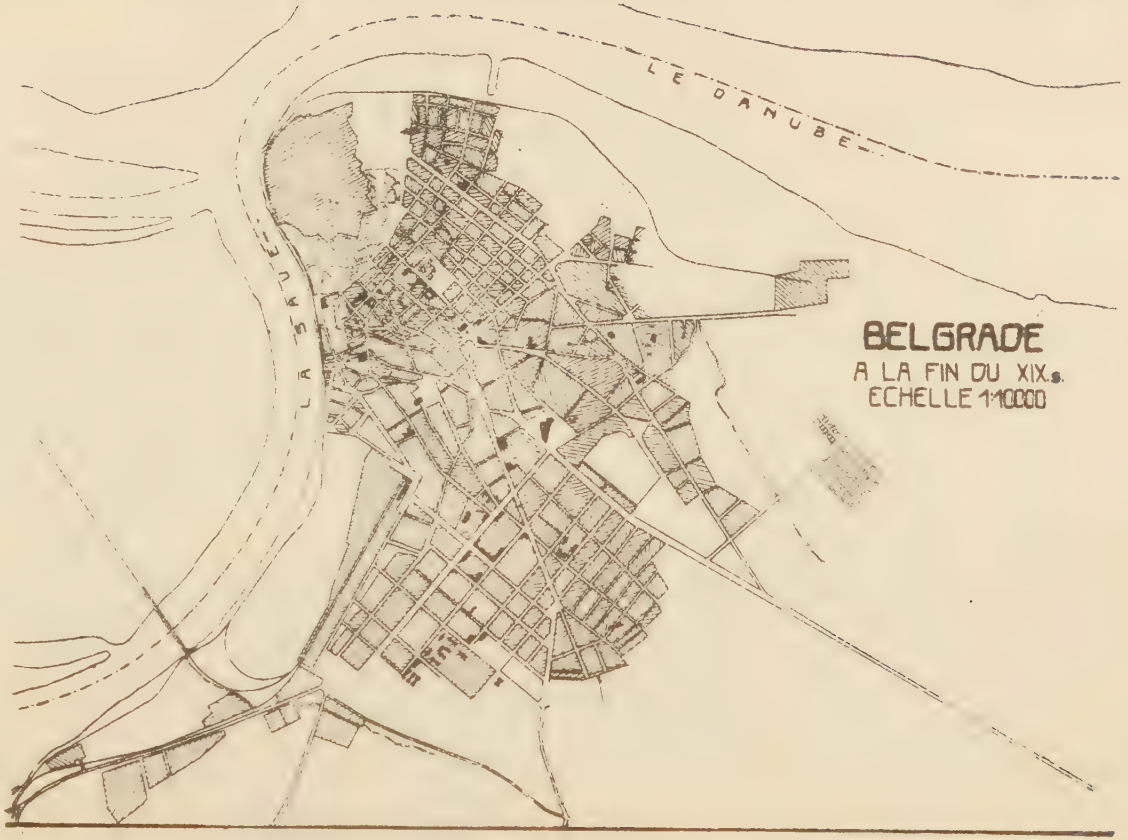
LÉGENDE

1. PORTE DE SAVA
4. " DE LA VILLE
2. " D'ISTAMBULE
3. " DE VIDIN
5. MARCHÉ
6. ÉGLISE ORTHODOXE
7. PALAIS DU KNEZ MILOCH
8. " DU PACHA
9. MOSQUÉE YAHYA PACHA
10. " BARYAK
11. "
12. " KZLAR AGA
13. "
14. " SEDEREV
15. " BATALE
16. TEMPLE JUIF
17. CIMETIÈRE CHRETIEN
18. " JUIF

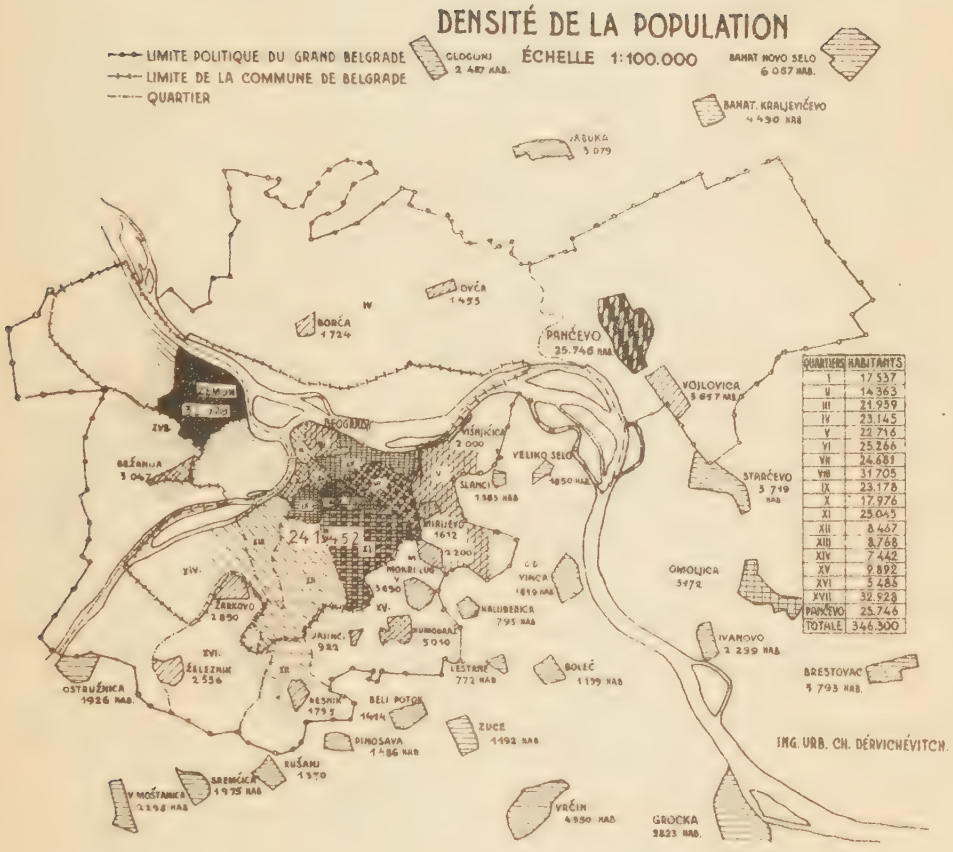
LE DANUBE
LA SAVE
BELGRADE
EN
1840
ECHELLE 1:10000

LE DANUBE
LA SAVE
BELGRADE
EN 1878
ECHELLE 1:10000

А — ТУРСКИ ПЛАН БЕОГРАДСКОГ ГРАДА И ВАРОШИ ДО ШАНЦА


LE DANUBE
LA SAVE
BELGRADE
A LA FIN DU XIX.s.
ECHELLE 1:10000

ДУНАВСКО ПРИСТАНИШТЕ - PORT DE DANUB - PRISTANISTE
САВСКО ПРИСТАНИШТЕ - PORT DE SAVA - PRISTANISTE
ECHELLE 1:10000.
1927
BELGRADE — PLAN DE L'AMÉNAGEMENT.



QUARTIERS	HABITANTS
I	17 537
II	14 363
III	24 959
IV	23 145
V	22 716
VI	25 266
VII	24 681
VIII	31 705
IX	23 178
X	17 976
XI	25 045
XII	8 467
XIII	8 768
XIV	7 442
XV	9 892
XVI	3 483
XVII	32 928
PANČEVO	25.746
TOTALE	346.300

NSITÉ DE LA POPULATION A BELGRADE

ECHELLE 1 : 12.500

HABITANTS ACTUELS	HABITANTS PRÉVUS	NOMBRE D'HABITANTS PAR HA BRUT ACTUEL	NOMBRE D'HABITANTS PAR HA BRUT PRÉVU	SURFACE DE M² PAR HABITANT ACTUELS	SURFACE DE M² PAR HABITANT PRÉVUE
00.015	345.000	346	1194	31	15
71.699	215.000	203	609	86	28
37.145	215.000	51	298	443	76
226.213	935.000	150	540	184	44

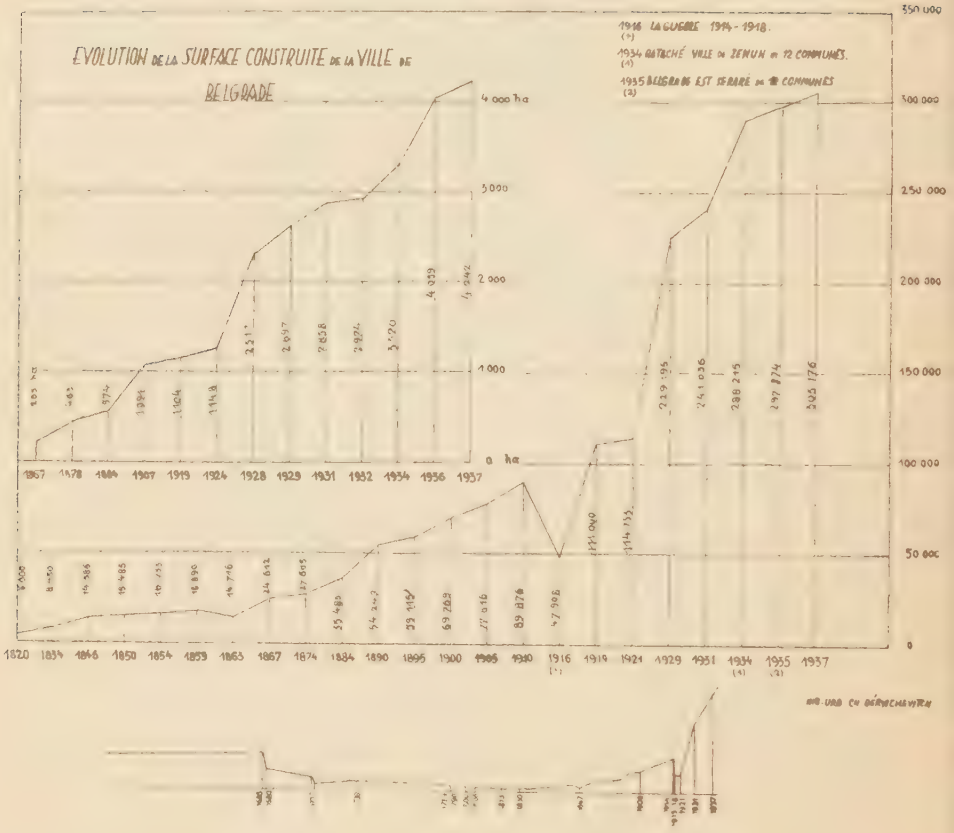
ES LES	ZONES PRÉVUES	
I		A.
II		B.
III		C.

MITE DE
E VILLE
E BELGR

CETTE CARTE EST COPIÉE DE LA CARTE DE LA DIRECTION TECHNIQUE DE VILLE DE BELGRADE.

ING. URB. CH. DÉRVICHÉVITCH.

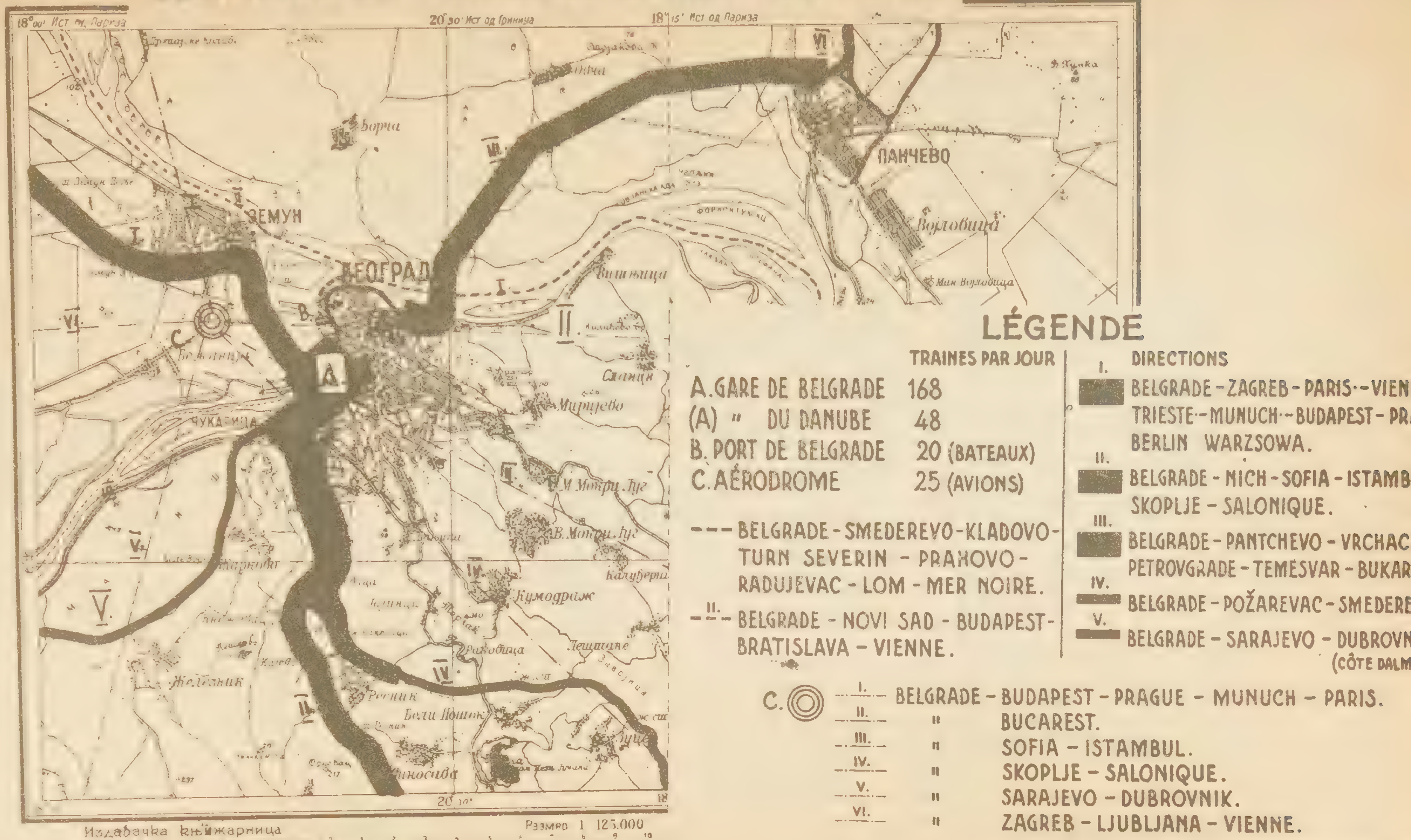
EVOLUTION DE LA POPULATION DE BELGRADE



I. Радојевић

BELGRADE ET VOIES DE COMUNICATIONS

Министарства просвете Одобр. од 20 V 1933 године



Издавачка књижарница
ТОМЕ ЈОВАНОВИЋА и ВУЈИЋА
Београд, Зелени Венац

ING. URB. CH. DERVICHEVIT

T. Радивојевић

VOIES DE COMUNICATIONS DE BELGRADE

LÉGENDE

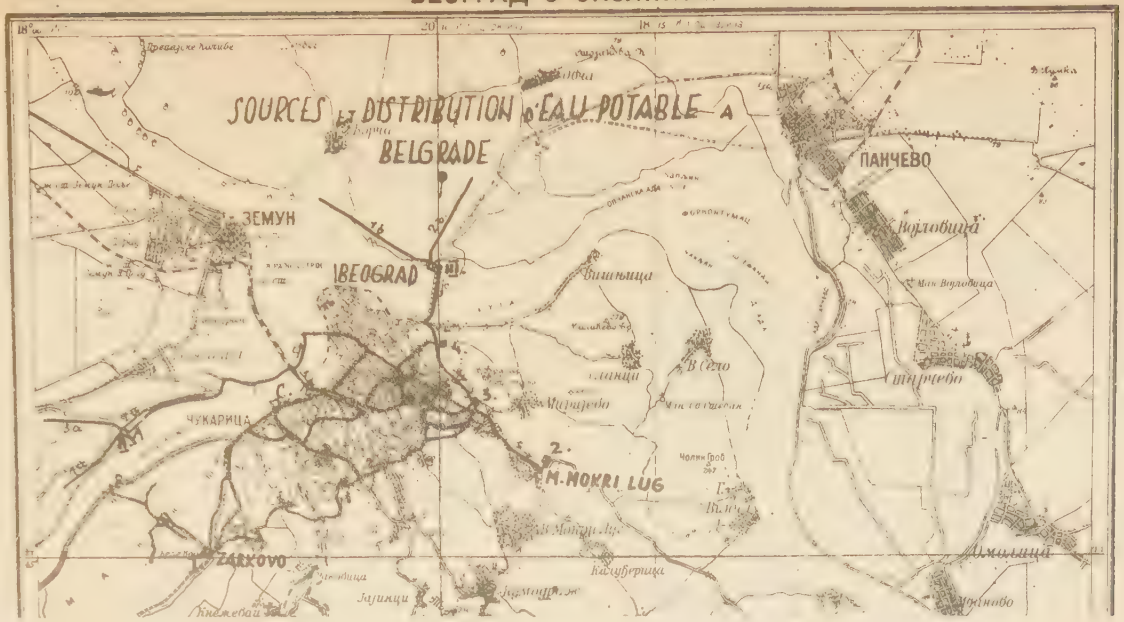
A. LA GARE DE VOYAGEURS
B. " DE TRIAGE
C. " DE COMMERCE
1. " ET QUAI DE COMMERCE
2. " " - " -
3. " DE VOYAGEURS LOCALE
5. LA GARE LOCALE
6. —•—
7. —•—
8. —•—

LE CHEMIN DE FER EXISTANT
A CONSTRUIRE

LES ROUTES INTERNATIONALES:
I. CALAIS-BUDAPEST-BELGRADE-ISTAMBUL-CALCC.
II. ITALIE-COTE DALMATE-BELGRADE-ROUMANIE.
III. BELGRADE-ZAGREB-LJUBLJANA-VIEN
IV. BELGRADE- BULGARIE.
V. BELGRADE - ROUMANIE.
LES ROUTES INTERCOMMUNAUX

Одобрено школску употребу одлукама Министарства просвете Скбр. 85427 од 12. XI. 1932. и Скбр. 14795. од 20. V. 1933. године.

БЕОГРАД С ОКОЛИНОМ

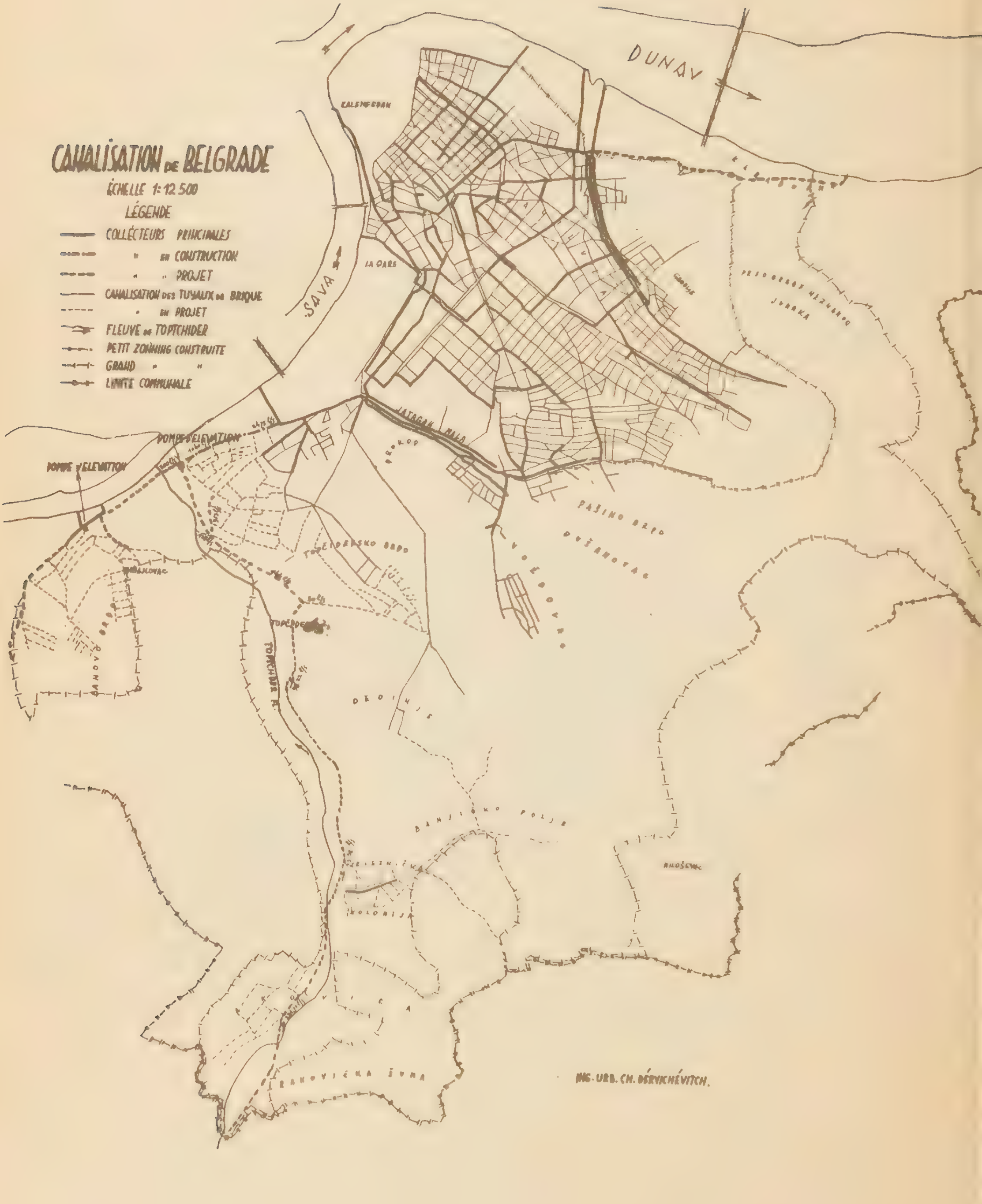


LÉGENDE

— ADDUCTION D'EAU	□ I. 60.000 m³/PAR JOUR	■ 1. 20.000 m³
□ CENTRALES DE SOURCES	□ II. 110.000 m³ "	■ 2. 40.000 "
■ RÉSERVOIRES	□ III. 60.000 m³ "	■ 3. 60.000 "
		■ 4. 30.000 "
		■ 5. 5.100 "
		■ 6. 30.000 m³
A. CAPTAGE DE L'EAU FLUVIALE 29.000 m³ PAR JOUR (EN PROJET)	B. CAPTAGE DE L'EAU FLUV	(II. III. 2., c, ℓ, K) EN PROJET
	C. CAPTAGE D'EAU BRUTE	

ÉCHELLE 1:125.000.

ING URB. CH. DÉRVICHÉVITCH.



CANALISATION DE BELGRADE
ÉCHELLE 1:12 500
LÉGENDE
COLLÉCTEURS PRINCIPALES
" EN CONSTRUCTION
" " PROJET
CANALISATION DES TUYAUX DE BRIQUE
" EN PROJET
FLEUVE DE TOPTCHIDER
PETIT ZONNING CONSTRUITE
GRAND " "
LIMITE COMMUNALE
DUNAV
SAVA
KALEMEGDAN
LA GARE
POMPE D'ELEVATION
POMPE D'ELEVATION
JATAGAN MALA
PAŠINO BRDO
DUŠANOVAC
VOŽDOVAC
BANJIČKO POLJE
KOLONIJA
RAKOVIČKA ŠUMA
TOPČIDERSKO BRDO
DEDINJE
ING. URB. CH. DÉRVICHÉVITCH.

RUES DE BELGRADE.

1921	309
1928	576
1930	700
1934	950
1937	1131

1937 — 745 RUES PAVÉES; 376 RUES NON PAVÉES

DE 745 RUES PAVÉS: 294 PAVÉ MODERNE; 551 PAVÉ TURQUE

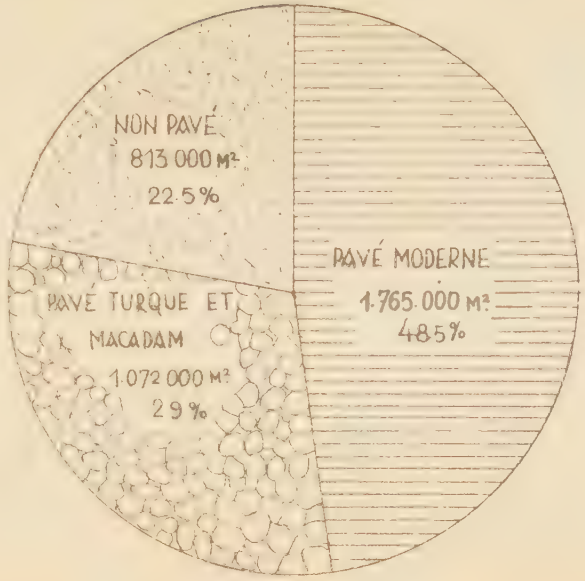
LONGEURS DES RUES: 381 Km.

SUR 381 Km.: 261 Km. PAVÉ; 120 Km. NON PAVÉ

SURFACES DES RUES ET DES TRAMWAYS: 451 ha.

SUR 451 ha: 301 ha PAVÉ; 150 ha NON PAVÉ

EN 1937



FRAIS D'ETABLISEMENT ET D'ENTRETIEN DES RUES PAVÉS DE 1927 - 1938

DIN. 370.853.000

CANALISATION

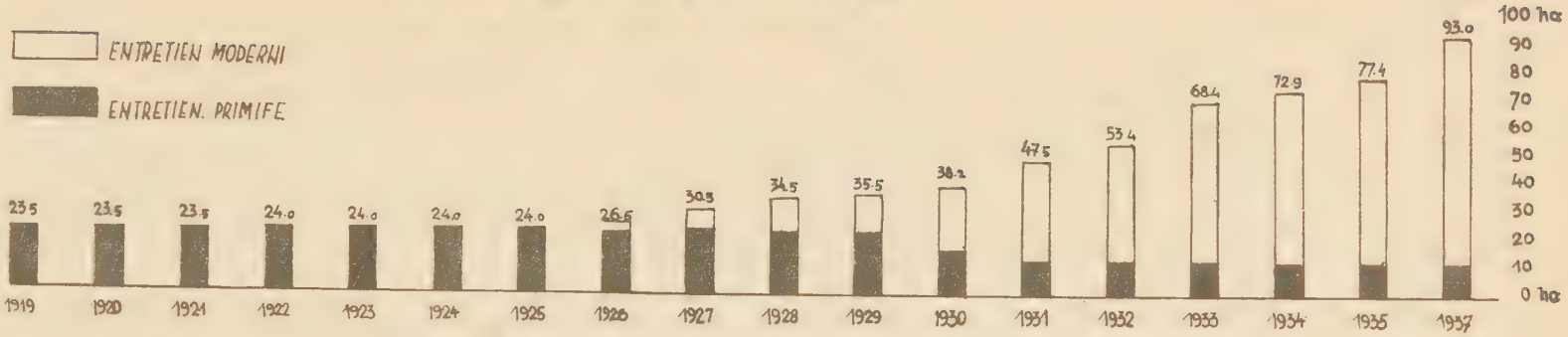
1921	72 Km.
1928	109 "
1930	114 "
1934	160 "
1937	200 "
1938	205 Km.

FRAIS D'ETABLISEMENT ET D'ENTRETIEN DE CANALISATION DE 1921-1937

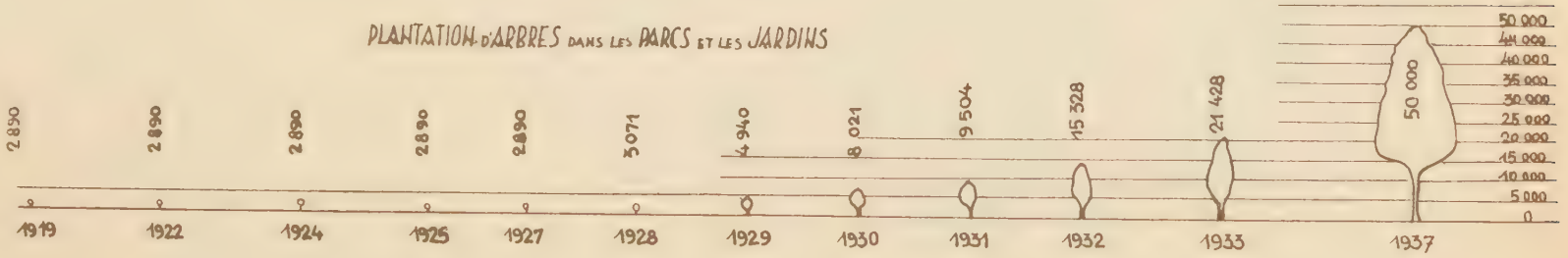
DIN. 204.572.069:

ING. URB. CH. DERVICHÉVITCH

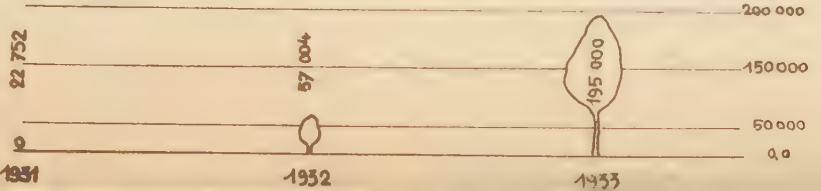
PARCS ET JARDINS PUBLICS DE BELGRADE

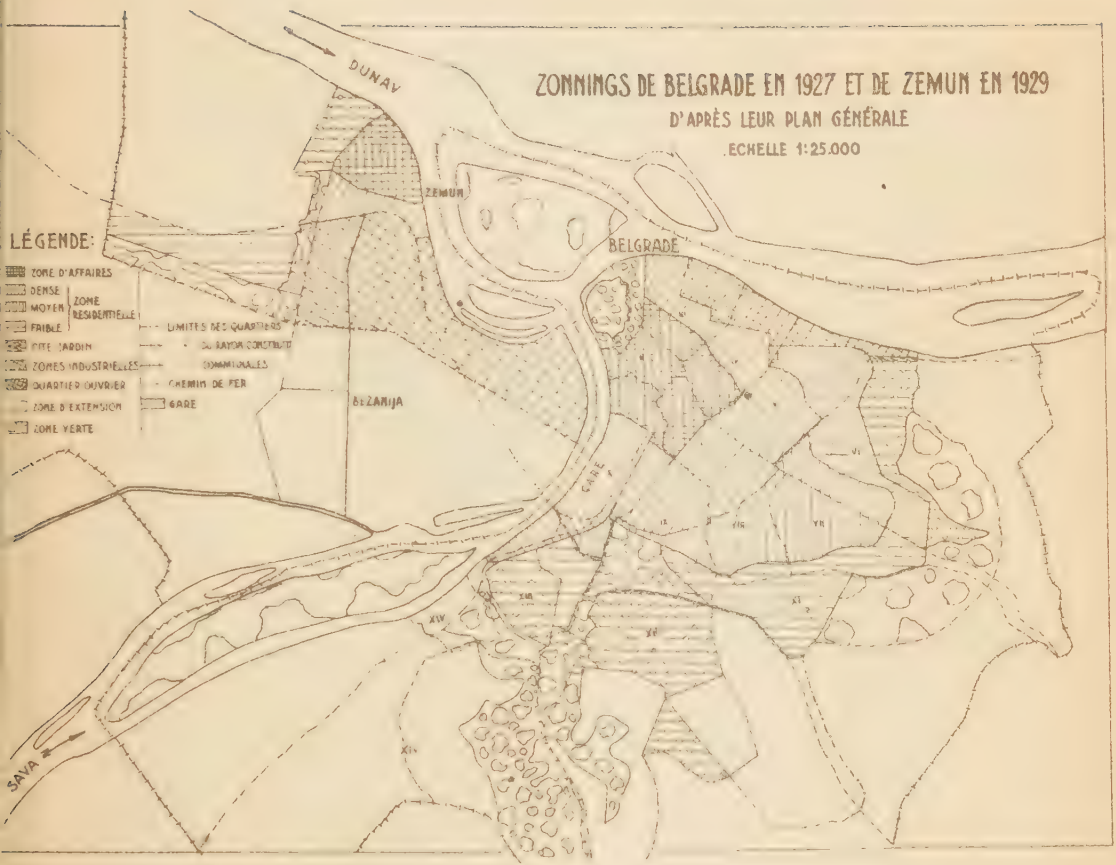


PLANTATION D'ARBRES DANS LES PARCS ET LES JARDINS



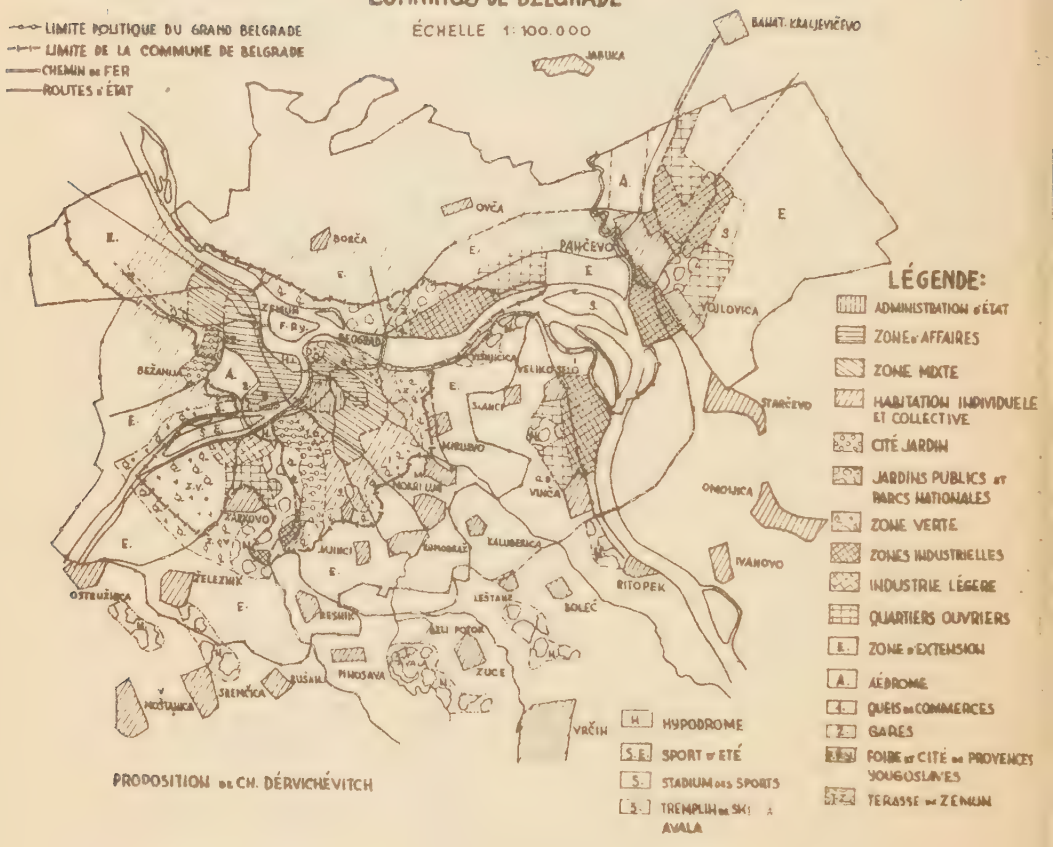
PLANTATION D'ARBRES DANS LES VOIES PUBLIQUES




ZONNINGS DE BELGRADE EN 1927 ET DE ZEMUN EN 1929
D'APRÈS LEUR PLAN GÉNÉRALE
ECHELLE 1:25.000
DUNAV
ZEMUN
BELGRADE
LÉGENDE:
ZONE D'AFFAIRES
ZONE RESIDENTIELLE
DENSE
MOYEN
FAIBLE
CITE JARDIN
ZONES INDUSTRIELLES
QUARTIER OUVRIER
ZONE D'EXTENSION
ZONE VERTE
LIMITES DES QUARTIERS
DU RAYON CONSTRUIT
COMMUNALES
CHEMIN DE FER
GARE
BEZANIJA
GARE
SAVA

ZONNINGS DE BELGRADE

ÉCHELLE 1:100.000



PROPOSITION DE CH. DÉRVICHÉVITCH